



Corso di laurea in Strategic Management

Cattedra di Dinamiche Industriali

**Eco-innovazione e politiche dell'UE:
il ruolo dei fondi Horizon e della Coesione nello sviluppo regionale**

Prof.ssa Valentina Meliciani

RELATORE

Prof. Marco Cucculelli

CORRELATORE

Emanuele Trasmondi

Matr. 779641

CANDIDATO

Anno Accademico 2024/2025

Indice

Abstract	1
Elenco delle abbreviazioni.....	2
Introduzione.....	3
Capitolo 1 – Rassegna della letteratura: Politiche europee per l’innovazione regionale e ambientale: evidenze teoriche ed empiriche	5
1.1 – L’eco-innovazione e la transizione verde: prospettive teoriche e territoriali	5
1.2 – Politica di Coesione e innovazione ambientale: strumenti e impatti.....	10
1.2.1 – Obiettivi, evoluzione e strumenti della Coesione verde	10
1.2.2 – Evidenze empiriche: impatto dei fondi strutturali su innovazione e sostenibilità	15
1.3 – Le reti collaborative europee come vettori dell’eco-innovazione	23
1.3.1 – Inquadramento teorico: I programmi quadro dell’UE come infrastruttura relazionale dell’eco-innovazione.....	23
1.3.2 – Evidenze empiriche: Impatti delle reti sull’eco-innovazione e sulla performance regionale	29
1.4 – Sinergie e frizioni tra politiche europee per la transizione verde	35
1.4.1 – Complementarità tra strumenti competitivi e place-based	35
1.4.2 – Lacune della letteratura e implicazioni per la governance	37
Capitolo 2 – Analisi empirica: effetti combinati di Horizon e Fondi di coesione sull’innovazione green	41
2.1 - Introduzione: Scopo e struttura.....	41
2.2 – Domande di ricerca e contributo della tesi.....	41
2.3 – Dati, fonti e costruzione del dataset	43
2.4 – Metodologia econometrica.....	48
2.5 – Statistiche descrittive	52
2.6 – Risultati analisi empirica.....	79
2.7 – Discussioni e implicazioni	94
Conclusioni.....	97
Bibliografia.....	99
Appendice.....	103

Abstract

La transizione verde rappresenta una priorità strategica dell'Unione Europea, sostenuta attraverso strumenti distinti ma potenzialmente complementari: i programmi quadro per la ricerca e l'innovazione (FP7, Horizon 2020, Horizon Europe), che favoriscono reti collaborative transnazionali, e la Politica di Coesione, che tramite i fondi strutturali promuove lo sviluppo territoriale e la riduzione dei divari regionali. Se il ruolo dei programmi Horizon nel rafforzare processi di eco-innovazione è ben documentato, rimane incerto l'impatto diretto dei fondi di Coesione e, soprattutto, la loro interazione con le reti di ricerca.

La tesi indaga questo tema attraverso due domande di ricerca: (RQ1) "In che misura i fondi di Coesione incidono sull'efficacia della partecipazione ai programmi Horizon rispetto alla capacità brevettuale "green" delle regioni europee?"; (RQ2) "Tale effetto varia in funzione della capacità innovativa iniziale, avvantaggiando le aree meno sviluppate?".

L'analisi empirica, condotta su un panel di regioni NUTS2 nel periodo 2014–2021, utilizza dati OCSE (REGPAT), CORDIS e Kohesio/ESIF. Le regressioni a effetti fissi confermano un impatto positivo e significativo della partecipazione ai network Horizon sulla produzione brevettuale ambientale. In secondo luogo, i fondi strutturali non evidenziano un effetto diretto robusto e, in alcune specificazioni, risultano associati negativamente all'output brevettuale. Infine, l'interazione tra reti Horizon e fondi strutturali è negativa e significativa, segnalando dinamiche di sostituibilità piuttosto che di complementarità automatica. È stata inoltre svolta un'analisi di eterogeneità regionale, distinguendo sia in base al livello di sviluppo (regioni avanzate vs in ritardo) sia alla collocazione geografica (aree centrali vs periferiche). In entrambi i casi non emergono risultati statisticamente significativi, suggerendo che le differenze territoriali sull'efficacia degli strumenti non siano confermate dai test econometrici e che le evidenze vadano pertanto interpretate con cautela.

I risultati contribuiscono al dibattito sul policy mix europeo, evidenziando che la complementarità tra strumenti non è automatica, ma dipende dal contesto regionale. Per le politiche pubbliche emergono tre priorità strategiche: migliorare il targeting dei fondi verso le regioni meno integrate nelle reti di ricerca; rafforzare le capacità istituzionali e amministrative locali per tradurre la spesa in output innovativi; promuovere un più stretto coordinamento operativo tra Politica di Coesione e programmi Horizon al fine di evitare sovrapposizioni e massimizzare le sinergie.

Elenco delle abbreviazioni

<i>Sigla</i>	<i>Significato</i>
UE	Unione Europea
NUTS2	Nomenclature of Units for Territorial Statistics, livello 2
FESR	Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
FP7	Settimo Programma Quadro per la ricerca e l'innovazione
H2020	Horizon 2020, Programma Quadro per la Ricerca e l'Innovazione (2014–2020)
CORDIS	Community Research and Development Information Service
REGPAT	OECD Regional Patent Database
Kohesio / ESIF	Piattaforme UE per dati sui fondi strutturali
R&D / rd_gdp	Ricerca e Sviluppo (in percentuale del PIL)
EDU	Popolazione con istruzione terziaria
POP	Popolazione residente
TO04, TO05, TO06 (OT4, OT5, OT6)	Obiettivi Tematici dei fondi UE: energia, cambiamenti climatici, ambiente
EPO	European Patent Office
FE	Effetti fissi (Fixed Effects)
OLS	Ordinary Least Squares
GMM	Generalized Method of Moments
DFBETA	Differenza nel coefficiente di regressione dovuta a una singola osservazione
MSE / Root MSE	Mean Squared Error / Radice dell'Errore Quadratico Medio
AME	Average Marginal Effect (Effetto Marginale Medio)
EU ETS	European Union Emissions Trading System
LIFE	Programma UE per l'ambiente e l'azione per il clima
Interreg	Programma europeo di cooperazione territoriale
DG REGIO	Direzione Generale Politica Regionale e Urbana della Commissione Europea
GDP	Gross Domestic Product (PIL)

Introduzione

La transizione verso un modello di sviluppo sostenibile ha assunto, soprattutto negli ultimi anni, una centralità crescente nell'agenda politica e scientifica internazionale. L'Unione Europea si è posta come attore di primo piano, assumendo un ruolo guida nell'attuazione del Green Deal Europeo e nel perseguimento degli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. L'attenzione alle politiche ambientali non è soltanto una scelta etica, ma anche un imperativo economico: le proiezioni di lungo periodo mostrano che modelli di crescita *business as usual* minacciano la stabilità climatica, la disponibilità di risorse naturali e la competitività stessa delle economie avanzate (OCSE, 2018).

In questo scenario, l'UE ha costruito un articolato sistema di strumenti per stimolare l'innovazione verde. Da un lato, i programmi quadro di ricerca e innovazione (FP7, Horizon 2020, Horizon Europe) che promuovono la collaborazione transnazionale e la creazione di reti di conoscenza, con l'obiettivo di rafforzare la prossimità cognitiva e relazionale tra attori di ricerca, imprese e istituzioni. Dall'altro lato, la Politica di Coesione che mette a disposizione ingenti risorse attraverso i fondi strutturali e di investimento, con l'obiettivo di ridurre i divari territoriali e sostenere la competitività regionale.

La letteratura ha ampiamente documentato i benefici derivanti dalla partecipazione a reti collaborative internazionali, sottolineando il loro ruolo nel favorire lo scambio di conoscenze e l'avvio di nuove traiettorie tecnologiche (Fabrizi, Fiorelli & Meliciani, 2023; Lalanne & Meyer, 2024; Peiffer-Smadja et al., 2023). Più controverso è invece l'impatto diretto dei fondi di Coesione sull'eco-innovazione: se alcuni studi ne sottolineano la capacità di rafforzare l'infrastruttura regionale e creare condizioni abilitanti (Crescenzi & Giua, 2020; Tijanić & Kersan-Škabic, 2025), altri mettono in luce il rischio di effetti indiretti o ritardati, difficilmente misurabili attraverso output brevettuali. Inoltre, il rapporto tra strumenti place-based e competitivi rimane oggetto di dibattito: le politiche possono risultare complementari ma anche sovrapporsi o generare rendimenti marginali decrescenti (Ochoa & Arranz, 2023; Scotti et al., 2025).

Partendo da queste considerazioni, il presente lavoro si propone di contribuire al dibattito indagando come la combinazione tra partecipazione ai network Horizon e fondi strutturali a finalità ambientale incida sulla capacità innovativa "green" delle regioni europee NUTS2, misurata attraverso la produzione di brevetti ambientali. Le domande di ricerca sono due:

- RQ1: "In che misura i fondi di Coesione contribuiscono a rafforzare (o attenuare) l'impatto della partecipazione ai programmi Horizon 2020 sulla capacità innovativa regionale?"
- RQ2: "L'effetto combinato di partecipazione ai network Horizon e fondi di Coesione varia in funzione della capacità innovativa iniziale delle regioni NUTS2, favorendo in particolare le aree meno sviluppate o periferiche?"

L'approccio metodologico adottato integra diverse fonti di dati: il database REGPAT dell'OCSE per i brevetti green, CORDIS per i progetti Horizon, e i dataset della Commissione Europea (Kohesio, ESIF Open Data) per i fondi strutturali. La variabile dipendente è il numero di brevetti ambientali, mentre le variabili indipendenti principali includono la partecipazione ai network Horizon, i fondi di Coesione a finalità green e il loro termine di interazione. L'analisi si basa su modelli di regressione a effetti fissi con controlli strutturali e test di robustezza, stimati su un panel di regioni NUTS2 europee nel periodo 2014 – 2021.

La tesi è articolata come segue. Il Capitolo 1 offre una rassegna della letteratura su eco-innovazione, politiche di coesione e programmi quadro europei, discutendo il dibattito su complementarità e frizioni tra strumenti. Il Capitolo 2 presenta i dati, la metodologia e i risultati empirici. Le sezioni finali includono la discussione e le implicazioni di policy e infine vengono proposte le conclusioni, evidenziando i contributi teorici, le implicazioni pratiche e le linee di ricerca future.

Capitolo 1 – Rassegna della letteratura: Politiche europee per l'innovazione regionale e ambientale: evidenze teoriche ed empiriche

1.1 – L'eco-innovazione e la transizione verde: prospettive teoriche e territoriali

L'eco-innovazione, intesa come l'insieme di innovazioni di prodotto o di processo, organizzative o di marketing in grado di generare benefici ambientali (Murzyn & Szyja, 2015), rappresenta una leva strategica nelle politiche europee per la transizione verso uno sviluppo sostenibile. La sua peculiarità risiede nella sua natura multidimensionale: essa infatti integra obiettivi ambientali, economici e sociali, riflettendo l'ambizione dell'Unione Europea di coniugare crescita e sostenibilità COM(2010) 2020¹. Tale dimensione richiede un approccio sistemico, in cui politiche di sviluppo, innovazione e coesione vengano concepite come parte di un disegno integrato di trasformazione territoriale.

Tuttavia, il potenziale trasformativo dell'eco-innovazione non sempre si distribuisce in modo omogeneo sul territorio. La letteratura evidenzia infatti come le regioni con un'elevata densità di competenze tecnologiche e produttive correlate all'ambiente, presentino una maggiore capacità di adottare e adattare tecnologie verdi (Santoalha & Boschma, 2020). In queste aree, l'eco-innovazione funge da catalizzatore di sviluppo, contribuendo alla coesione economica e alla competitività, come dimostrano i dati sull'intensità brevettuale e gli investimenti green (Murzyn, 2015). Viceversa, le regioni prive di una base tecnologica consolidata o scarsamente integrate nei network di innovazione faticano a cogliere le opportunità della transizione verde.

La strategia Europa 2020² ha rappresentato un passaggio cruciale per l'integrazione della sostenibilità ambientale nelle politiche di innovazione dell'UE, elevando l'eco-innovazione a pilastro della crescita “intelligente, sostenibile e inclusiva” (Murzyn & Szyja, 2015). Questo cambio di paradigma ha segnato il superamento di un approccio normativo alla tutela ambientale, in favore di una visione strumentale che considera l'ambiente come un'opportunità competitiva per il sistema produttivo europeo.

Politiche come l'ETAP, 2004³ e l'EcoAP, 2011⁴ hanno promosso lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie ambientali, consolidando un nuovo modello di governance dell'innovazione.

¹ COM(2010) 2020 final – “Europa 2020: Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva”

² La *Strategia Europa 2020* è stata il piano decennale dell'Unione Europea, avviato nel 2010, volto a promuovere una crescita economica intelligente, sostenibile e inclusiva. Gli obiettivi principali riguardavano l'aumento dell'occupazione, il miglioramento dei sistemi di istruzione, la promozione della ricerca e dell'innovazione, la lotta alla povertà e la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

³ Nel gennaio 2004 la Commissione ha adottato un piano d'azione per le tecnologie ambientali (ETAP) per migliorare lo sviluppo e un più ampio utilizzo delle tecnologie ambientali. L'ETAP prevede undici azioni prioritarie, tra cui lo sviluppo di piattaforme tecnologiche o la creazione di reti di verifica delle tecnologie ambientali.

⁴ L'eco-innovation action plan (Eco-AP), COM/2011/0899, Innovazione per un futuro sostenibile, è lo strumento adottato dall'Unione Europea per identificare e misurare le tecnologie ambientali che rivestono un ruolo fondamentale, attraverso le azioni di coordinamento e cooperazione tra l'UE ed i singoli Stati membri, e le azioni di sensibilizzazione relative alla potenzialità delle nuove tecnologie.

Questo passaggio si riflette nel paradigma della *green growth*, secondo cui l'innovazione tecnologica può consentire un disaccoppiamento tra crescita economica e impatto ambientale (OECD 2009⁵, Loewen, 2022). Tuttavia, la validità di questo modello è oggetto di un acceso dibattito.

Una parte crescente della letteratura ne mette in discussione la sostenibilità di lungo periodo, evidenziando come i miglioramenti eco-efficienti possano essere neutralizzati da effetti di rimbalzo o dalla crescita complessiva della domanda (Santoalha & Boschma, 2020).

In questo contesto quindi, le dinamiche di *path dependence*⁶ e la presenza di specializzazioni ad alta intensità emissiva rappresentano ostacoli significativi alla transizione verde. Le regioni con settori produttivi consolidati e inquinanti tendono a sviluppare strategie di adattamento incrementale, più che trasformazioni radicali, a causa di resistenze istituzionali e interessi consolidati.

Superare i vincoli della transizione verde richiede una solida capacità istituzionale e strategie di diversificazione basate sulla *relatedness*, cioè sulla coerenza tra nuove traiettorie e competenze esistenti. Questo approccio permette di attivare percorsi trasformativi compatibili con il contesto regionale. La prospettiva evolutiva interpreta tali dinamiche come traiettorie cumulative e contestuali, non predeterminate, con forti implicazioni per la governance e le politiche di innovazione sostenibile.

Secondo Santoalha & Boschma (2020), la capacità delle regioni di sviluppare tecnologie green dipende da tre fattori chiave: la compatibilità tra nuove tecnologie ambientali e le specializzazioni produttive esistenti, la qualità del capitale umano e relazionale, e la presenza di istituzioni in grado di coordinare strategie di transizione. In questo scenario, la coesione territoriale diventa parte integrante delle politiche di innovazione.

Regioni con ecosistemi innovativi consolidati e alta densità cognitiva mostrano una maggiore capacità di assorbire e adattare tecnologie sostenibili, mentre le aree con specializzazioni “sporche” affrontano ostacoli più duri. Superarli richiede strategie mirate di diversificazione e il rafforzamento delle istituzioni locali. Qui entrano in gioco la governance multilivello e la co-progettazione come strumenti essenziali.

Per evitare che la transizione verde aumenti le disuguaglianze, è fondamentale adottare politiche territoriali differenziate. Come sottolinea Loewen (2022), c'è il rischio che le regioni con maggiore capacità amministrativa siano avvantaggiate, lasciando indietro quelle più fragili.

⁵ OECD, “Sustainable Manufacturing and eco innovation: framework, practices and measurement – Synthesis Report” 2009

⁶ La *path dependence*, o dipendenza dal percorso, è un concetto utilizzato in vari ambiti delle scienze sociali (economia, politica, storia) per spiegare come le decisioni e gli eventi del passato influenzino le possibilità di cambiamento nel futuro

Il *Just Transition Mechanism*⁷ dell'UE rappresenta un tentativo di colmare questi divari attraverso strumenti redistributivi e di accompagnamento.

L'adozione dell'eco-innovazione dipende da una co-evoluzione tra fattori tecnologici, istituzionali e territoriali. I processi innovativi sono il risultato di meccanismi di apprendimento cumulativo, condizionati da capitale umano, governance e relazioni inter-organizzative. La dimensione territoriale delle politiche pubbliche diventa quindi decisiva per una transizione verde efficace (Loewen, 2022).

Il paradigma della specializzazione intelligente (RIS3)⁸ ha segnato un cambio di rotta nelle politiche europee, puntando su traiettorie endogene costruite sui punti di forza regionali. Tuttavia, la sua declinazione green è ancora complessa; secondo Gallardo et al. (2022), l'efficacia del RIS3 dipende dalla capacità di allineare priorità ambientali con possibilità reali di diversificazione, evitando progetti incoerenti. Il successo richiede il coinvolgimento degli attori locali, la generazione di visioni condivise e una strategia progettuale coerente.

Infine, le reti collaborative regionali sono cruciali per potenziare la capacità innovativa dei territori. Peiffer–Smadja et al. (2023) evidenziano come la densità e qualità delle relazioni locali e globali siano determinanti per realizzare progetti coerenti con le priorità europee.

In particolare, le regioni con capitale umano qualificato ed ecosistemi innovativi consolidati tendono ad attrarre maggiori risorse intellettuali e finanziarie, facilitando la costruzione di percorsi di eco-innovazione robusti e inclusivi.

Il potenziale trasformativo delle reti collaborative europee è condizionato dalla qualità istituzionale e dalla capacità dei territori di integrare efficacemente risorse locali con strumenti comunitari (Peiffer–Smadja et al., 2023).

In particolare, i programmi Horizon 2020 e Interreg⁹ hanno contribuito alla costruzione di network scientifici transnazionali ma con un evidente effetto “hub”, che concentra benefici nei territori già dotati di elevate capacità di ricerca e relazioni consolidate (Lalanne & Meyer, 2024). Questo fenomeno rischia di amplificare i divari regionali, escludendo le aree periferiche da flussi significativi di risorse e conoscenza.

La mancanza di allineamento tra le reti collaborative e le priorità regionali può generare inefficienze e dispersione di risorse.

⁷ Il Green Deal europeo mira a trasformare l'UE in un'economia climaticamente neutra entro il 2050, mentre il Meccanismo per una transizione giusta fornisce supporto finanziario e tecnico alle regioni più colpite dalla transizione verde.

⁸ A partire dal ciclo di programmazione comunitaria 2014-2020 dei fondi strutturali la Commissione Europea ha promosso un nuovo paradigma di sostegno alla ricerca e all'innovazione, vincolando l'utilizzo delle risorse del FESR all'adozione di uno nuovo approccio strategico. La cosiddetta condizionalità *ex-ante* ha imposto a tutte le Amministrazioni titolari di Programmi Operativi (nazionali e regionali) la definizione di una “*Strategia di Specializzazione Intelligente*” (comunemente definita S3), volta a tracciare un percorso di trasformazione economica del sistema produttivo locale verso segmenti di mercato a maggiore valore aggiunto e con migliori prospettive di crescita competitiva.

⁹ Interreg è un'iniziativa dell'Unione Europea che promuove la cooperazione transfrontaliera, transnazionale e interregionale per favorire lo sviluppo territoriale e ridurre le disparità economiche e sociali tra le regioni

Secondo Gallardo et al. (2022), tale disallineamento può essere mitigato tramite una governance multilivello efficace, la co-progettazione delle politiche e una valutazione della coerenza progettuale attraverso strumenti come la *Social Network Analysis*¹⁰. Le evidenze raccolte mostrano che l'accesso ai fondi europei dipende non solo dalla dotazione di capitale scientifico ma anche dalla capacità di costruire relazioni collaborative di qualità. Le regioni che riescono a integrare capitale umano, sociale e istituzionale in modo strategico sono maggiormente in grado di attivare traiettorie di eco-innovazione coerenti con gli obiettivi europei (Peiffer–Smadja et al., 2023; Lalanne & Meyer, 2024).

Un importante contributo teorico ai fini della comprensione delle traiettorie di eco-innovazione proviene dall'economia evolutiva, in particolare attraverso il concetto di *relatedness*. Secondo questa prospettiva, la diversificazione green è più probabile nei contesti in cui le nuove tecnologie ambientali sono logicamente e cognitivamente affini alla base produttiva esistente (Santoalha & Boschma, 2020). In tali casi, le competenze consolidate nel territorio possono essere rielaborate attraverso processi di innovazione *recombinant*, riducendo i rischi di lock-in tecnologico¹¹ e facilitando una transizione più fluida verso modelli produttivi sostenibili.

Nel contesto dei sistemi regionali di innovazione (RIS), la qualità delle interazioni tra attori pubblici, privati e istituzionali è decisiva. Le regioni con ecosistemi relazionali densi, capitale umano qualificato e un buon inserimento nelle reti europee mobilitano meglio le risorse UE, traducendole in output tecnologici coerenti con le priorità green (Peiffer–Smadja et al., 2023; Ochoa & Arranz, 2023). Inoltre, il successo nei bandi europei (es. Horizon 2020) è più legato alla qualità e visibilità della produzione scientifica che alla sua quantità (Lalanne & Meyer, 2024), poiché rafforza la reputazione internazionale del territorio.

La partecipazione a reti collaborative transnazionali rappresenta una leva strategica per consolidare traiettorie di eco-innovazione, anche se queste dinamiche non sono distribuite in modo uniforme tra i territori.

¹⁰ L'analisi delle reti sociali (Social Network Analysis, SNA) è una tecnica che mappa e analizza le relazioni tra entità in un sistema, come persone, gruppi o organizzazioni. Permette di comprendere la struttura, le dinamiche e le funzioni di un network, visualizzando i nodi (attori) e i collegamenti (relazioni) che li legano

¹¹ Situazione in cui un'azienda o un consumatore rimane vincolato a una tecnologia, prodotto o standard, anche se esistono alternative migliori, a causa di costi di transizione, effetti di rete, compatibilità o ecosistema consolidato.

L'approccio delle *Varieties of Capitalism* (VoC)¹² offre una lente interpretativa utile per leggere le differenze tra sistemi più coordinati e mercati frammentati. Secondo Loewen (2022), la capacità di assorbire politiche europee dipende anche dalla struttura istituzionale e dalla tradizione cooperativa tra attori pubblici e privati.

In quest'ottica, la capacità istituzionale assume un ruolo centrale. Regioni con competenze amministrative elevate e capitale relazionale solido sono più efficaci nell'integrare strumenti competitivi (Horizon) e strutturali (FESR). Al contrario, regioni con bassa capacità rischiano inefficienze o cattura delle risorse (Crescenzi & Giua, 2020).

Una linea emergente della letteratura sottolinea il ruolo crescente delle città nei processi di eco-innovazione. Grazie alla densità di capitale umano, infrastrutture e reti civiche, le città diventano hub sperimentali per soluzioni green, come mobilità sostenibile e decarbonizzazione. Un esempio è rappresentato dalle 14 città spagnole coinvolte nella missione UE "Climate-Neutral and Smart Cities" (Ochoa & Arranz, 2023).

Il successo urbano nella transizione verde non si basa solo su infrastrutture ma soprattutto sulla qualità delle reti collaborative locali, capaci di integrare pubblico, privato, accademia e società civile in ecosistemi inclusivi e orientati alla fiducia (Ochoa & Arranz, 2023). Questa governance multi-attore è essenziale sia per attrarre fondi che per generare impatto e scalabilità.

Le città si affermano così come laboratori strategici di innovazione, capaci di testare modelli replicabili su scala più ampia (Lalanne & Meyer, 2024). Le politiche orientate alle missioni, come il Green Deal o Horizon Europe, tendono a premiare questi contesti collaborativi e flessibili, che facilitano la circolazione delle conoscenze e i processi di apprendimento interregionale.

L'efficacia delle politiche europee dipende dalla combinazione di tre asset chiave:

- Tecnologici (relatedness)
- Istituzionali (capacità amministrativa, modelli di capitalismo)
- Relazionali (reti multilivello)

¹² Il testo di Soskice e Hall *Varieties of Capitalism*, edito dalla Oxford University Press nel 2001, costituisce un esempio di approccio di tipo istituzionalista all'analisi comparata di diversi sistemi economici eterogenei fra di loro, anche se si concentra su paesi che hanno istituzioni fondamentalmente democratiche; lo fa individuando due archetipi fondamentali, che gli autori ricostruiscono sulla base di una modellizzazione dell'economia statunitense da un lato e dell'economia tedesca dall'altro.

Gli autori si propongono così di definire le caratteristiche socio-istituzionali di diversi sistemi allo scopo di stabilire gli aspetti a proposito dei quali si può parlare, circa un sistema economico o di un altro, di un vantaggio comparato di un modello rispetto all'altro modello.

Solo con approcci adattivi e attenti alle specificità territoriali sarà possibile valorizzare le potenzialità endogene e favorire una transizione verde ad alto impatto (Peiffer–Smadja et al., 2023).

1.2 – Politica di Coesione e innovazione ambientale: strumenti e impatti

1.2.1 – Obiettivi, evoluzione e strumenti della Coesione verde

Nel contesto delle politiche europee, la Politica di Coesione è da decenni lo strumento centrale per promuovere convergenza territoriale, ridurre le disparità regionali e sostenere la competitività in ottica di sviluppo equilibrato. A partire dal ciclo 2007 – 2013, e con maggiore forza nel 2014 – 2020, la dimensione ambientale è stata integrata nella strategia della Coesione, segnando un passaggio da una funzione redistributiva a una funzione trasformativa, orientata verso transizione verde, resilienza territoriale e sostenibilità sistemica.

Questo cambiamento è stato accelerato anche dalla Strategia di Specializzazione Intelligente (RIS3), che ha introdotto un approccio *place-based*, con l'obiettivo di combinare innovazione, sostenibilità e sviluppo economico locale.

A livello operativo, il nuovo paradigma ha portato all'introduzione di obiettivi tematici ambientali che hanno ridefinito criteri di allocazione e programmazione. Durante il periodo 2014 – 2020, circa il 30% del FESR e il 37% del Fondo di Coesione sono stati destinati ad azioni per il clima e l'ambiente (9^a Relazione sulla Coesione¹³), segnalando un impegno chiaro nella lotta al cambiamento climatico e nella promozione di un'economia a basse emissioni di carbonio.

Con l'Agenda Europa 2020, l'UE ha formalizzato l'obiettivo di una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva, articolando target ambientali vincolanti:

- riduzione delle emissioni di gas serra,
- aumento dell'energia da fonti rinnovabili,
- miglioramento dell'efficienza energetica.

Queste priorità si sono concretizzate in tre Obiettivi Tematici della Politica di Coesione 2014–2020¹⁴:

- OT4: transizione verso un'economia a basse emissioni,
- OT5: adattamento climatico e gestione dei rischi ambientali,
- OT6: protezione ambientale e uso efficiente delle risorse.

¹³ La nona relazione sulla coesione della Commissione Europea è un documento che valuta, ogni tre anni, lo stato della coesione economica, sociale e territoriale dell'UE, evidenziando i progressi compiuti e le lezioni apprese.

¹⁴ Nel Regolamento (UE) n. 1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, vengono stabilite disposizioni comuni sui Fondi strutturali europei e definiti gli 11 Obiettivi Tematici (OT) per il periodo di programmazione 2014-2020.

Tali ambiti, fortemente interconnessi, hanno richiesto l'adozione di tecnologie pulite, il potenziamento delle infrastrutture verdi e una integrazione trasversale degli obiettivi climatici in tutte le fasi del ciclo di programmazione (analisi, selezione, monitoraggio).

La dimensione green è stata rafforzata anche grazie alla sinergia con altre politiche UE, in particolare il *Green Deal europeo* e il *Recovery and Resilience Facility* (RRF¹⁵), che hanno ribadito la necessità di integrare la sostenibilità nelle strategie regionali di crescita e innovazione.

In questo quadro, la Politica di Coesione ha sostenuto attivamente la ricerca e l'innovazione a livello regionale, incentivando ecosistemi collaborativi e contribuendo alla transizione verde con interventi su digitalizzazione, efficienza energetica ed energie rinnovabili.

Secondo quanto riportato nella 9ª Relazione sulla Coesione della Commissione Europea (Capitoli 4 e 5), nel periodo di programmazione 2014 – 2020 la dimensione ambientale e climatica ha assunto un ruolo crescente all'interno della Politica di Coesione, trovando espressione in un numero significativo di interventi finanziati attraverso il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) e il Fondo di Coesione. I finanziamenti hanno sostenuto progetti in ambiti strategici come la mobilità sostenibile, l'efficienza energetica, lo sviluppo delle fonti rinnovabili, la gestione integrata delle acque e la tutela della biodiversità, contribuendo al perseguimento degli obiettivi ambientali dell'UE.

Il successivo Quadro Finanziario Pluriennale 2021 – 2027, in sinergia con le priorità definite dal Green Deal europeo, ha consolidato tale orientamento, assegnando un ruolo trasversale alla spesa climatica in tutti i principali strumenti di policy.

I Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza (PNRR), finanziati tramite la *Recovery and Resilience Facility* (RRF), hanno introdotto criteri ambientali stringenti nella definizione degli investimenti, richiedendo che una quota significativa delle risorse sia destinata a progetti con impatto positivo sul clima e sull'ambiente. In tal modo, la logica della coesione verde è stata estesa anche ai meccanismi straordinari di risposta alla crisi pandemica, integrando gli obiettivi di sostenibilità nei percorsi di rilancio e trasformazione strutturale delle economie europee. La Commissione europea ha sottolineato l'importanza di rafforzare le capacità istituzionali e amministrative per tradurre tali investimenti in risultati concreti e duraturi, evidenziando come le regioni meno sviluppate possano beneficiare della transizione verde solo se dotate di adeguati strumenti di governance multilivello e strategie regionali di adattamento.¹⁶

¹⁵ Il dispositivo per la ripresa e la resilienza (RRF) è uno strumento temporaneo al centro di [NextGenerationEU](#), il programma dell'UE per uscire dalla crisi attuale più forte e più resiliente.

Attraverso il dispositivo la Commissione raccoglie fondi mediante prestiti contratti sui mercati dei capitali, emettendo obbligazioni a nome dell'UE. I fondi vengono poi messi a disposizione degli Stati membri per attuare riforme e investimenti

¹⁶ Commissione europea, "Rafforzamento dello spazio amministrativo europeo (ComPAAct)", COM(2023) 667 final, 26 ottobre 2023, disponibile su [eur-lex.europa.eu](#).

Queste evoluzioni evidenziano una trasformazione sostanziale della Coesione europea, che si configura oggi come una politica strutturale capace di orientare il cambiamento ambientale su scala territoriale, attraverso una combinazione di strumenti finanziari, condizionalità regolative e capacità amministrative multilivello. Tale trasformazione riflette la necessità di affrontare in modo integrato le sfide ambientali, sociali ed economiche, riconoscendo che la competitività dei territori dipende sempre più dalla capacità di innovare in chiave sostenibile e di promuovere uno sviluppo resiliente e inclusivo.

Greco & Germani (2022) nel loro articolo, evidenziano come il meccanismo dell'*earmarking*¹⁷ verde abbia rappresentato uno strumento cruciale per vincolare gli Stati membri a una destinazione funzionale delle risorse. Tuttavia, gli stessi autori osservano che la formalizzazione di quote minime non garantisce automaticamente impatti trasformativi: la qualità della progettazione, la coerenza con le strategie regionali e la capacità di implementazione rimangono elementi chiave.

Secondo la 9^a Relazione sulla Coesione, esiste il rischio che il rispetto formale delle soglie di spesa ambientale si riduca a un adempimento burocratico, generando progettualità frammentarie e poco integrate nelle traiettorie strutturali di sviluppo. Questo rischio si intensifica dove manca coordinamento tra politiche ambientali e strumenti di innovazione, sottolineando la necessità di un policy mix più integrato.

Crescenzi e De Blasio (2018) evidenziano che, pur includendo elementi di innovazione verde e collaborazione intersettoriale, i programmi finanziati dal FESR mostrano limiti strutturali legati al loro disegno top-down e alla debole aderenza ai contesti territoriali. Lo studio sul programma CIR¹⁸, precursore delle S3 nel Mezzogiorno, rivela che vincoli burocratici e criteri tecnocratici hanno talvolta generato consorzi poco efficaci, riducendo l'impatto sistemico delle politiche. Ciò mette in discussione l'idea che un maggior finanziamento corrisponda automaticamente a migliori performance in ambito eco-innovativo.

¹⁷ Earmarking significa "vincolo di destinazione" e indica la pratica di riservare una quota specifica di risorse finanziarie (come i fondi UE) per una finalità prestabilita. Nel contesto delle politiche ambientali europee, earmarking verde significa che una parte delle risorse dei fondi strutturali (ad esempio FESR o Fondo di Coesione) deve essere obbligatoriamente destinata a progetti che contribuiscono alla sostenibilità ambientale (ad esempio efficienza energetica, rinnovabili, adattamento climatico).

¹⁸ Il Programma CIR (Contratti di Innovazione e Ricerca), promosso nel Mezzogiorno a partire dalla metà degli anni '90, rappresenta uno dei primi tentativi di politica industriale e tecnologica volta a stimolare la cooperazione tra imprese, università ed enti pubblici di ricerca.

Dal punto di vista operativo, la Politica di Coesione ha una missione ampia: sviluppo economico, inclusione, riequilibrio territoriale ma, nei cicli più recenti, ha integrato in modo più strutturale gli obiettivi ambientali e climatici, avviando la cosiddetta "Coesione verde". In questo contesto, si sono distinti diversi strumenti:

- Il FESR ha sostenuto progetti in innovazione ambientale, energia smart, mobilità sostenibile ed economia circolare.
- Il Fondo di Coesione, rivolto ai Paesi con reddito inferiore alla media UE, ha finanziato infrastrutture ambientali, come gestione delle acque, rifiuti e trasporti a basse emissioni.
- Le condizionalità ex ante hanno vincolato l'accesso ai fondi alla presenza di strategie climatiche coerenti con il Green Deal e i PNIEC, migliorando l'allineamento strategico tra livello europeo e locale.
- I sistemi di monitoraggio ambientale si sono evoluti, introducendo indicatori quantitativi specifici (es. CO₂ evitata, energia primaria risparmiata, brevetti green, resilienza ecosistemica).

Tuttavia, il solo rafforzamento degli strumenti finanziari non basta per generare benefici; una condizione abilitante cruciale per il successo della Coesione verde è anche la capacità istituzionale delle amministrazioni locali. Come evidenziato da Crescenzi e Giua (2020), l'impatto degli investimenti della Politica di Coesione dipende dalla qualità amministrativa, dalla coerenza progettuale e da una governance multilivello efficace. Applicando questo ragionamento al campo ambientale, la capacità di assorbimento dei fondi risulta essenziale: se debole, rischia di limitare l'impatto trasformativo degli investimenti verdi, specialmente nelle regioni meno attrezzate.

Questo legame tra governance e risultati è confermato anche da Scotti F, Flori A, Crescenzi R, (2025), i quali evidenziano che la combinazione di strumenti technology-push (come FESR e Horizon 2020) e demand-pull¹⁹ (come il sistema ETS²⁰) produce effetti rilevanti in termini di brevetti ambientali (+1,4% - 2,2% annui in media nel settore energetico) e riduzione dell'intensità carbonica (-0,7% - 0,8% rispetto alle imprese trattate solo con EU ETS). Tali effetti sono particolarmente significativi nei settori dove i meccanismi di trasferimento dei costi di carbonio (cost pass-through) limitano l'impatto dei soli strumenti di mercato, evidenziando come la governance territoriale e la capacità di integrare politiche eterogenee rappresentino fattori cruciali di successo.

¹⁹ Si definiscono technology-push le politiche che finanziano la R&D per generare nuove tecnologie, mentre le demand-pull incentivano l'adozione di innovazioni attraverso la domanda di mercato o regolamenti ambientali.

²⁰ Il sistema EU ETS è il principale strumento dell'Unione Europea per contrastare i cambiamenti climatici e ridurre le emissioni di gas a effetto serra.

Gli stessi autori sottolineano i trade-off tra la flessibilità degli strumenti di mercato e la rigidità di alcuni strumenti finanziari, evidenziando che la mancata integrazione delle diverse componenti di policy può generare effetti distorsivi e vanificare il potenziale innovativo delle politiche verdi.

Spiegano inoltre che l'efficacia del policy mix risiede anche nella capacità di stimolare investimenti in *intangible assets*: un aumento dell'1% di tali asset è associato a un incremento dello 0,4% delle domande di brevetto ambientale e a una riduzione dello 0,2% delle emissioni di CO₂.

La sostenibilità ambientale, sempre più centrale nella logica trasformativa della Politica di Coesione, non rappresenta più soltanto un elemento accessorio bensì un aspetto trasversale e strategico. Tuttavia, la sua piena realizzazione richiede ancora la capacità di coniugare visione sistemica, strumenti finanziari mirati e un'effettiva capacità di attuazione a livello territoriale. Solo così sarà possibile promuovere un approccio coerente e *place-sensitive*, capace di accompagnare i territori in un percorso di cambiamento strutturale dei modelli di sviluppo, lasciando aperte diverse strade di riflessione e azione. (Scotti et al., 2025)

1.2.2 – Evidenze empiriche: impatto dei fondi strutturali su innovazione e sostenibilità

Negli ultimi anni, un crescente filone di studi si è concentrato sull'analisi dell'efficacia dei fondi strutturali europei, in particolare del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) e del Fondo di Coesione, non solo rispetto agli obiettivi tradizionali di crescita economica e occupazione ma anche in relazione alla promozione dell'eco-innovazione, alla riduzione delle emissioni climalteranti e al rafforzamento della resilienza territoriale. La letteratura concorda nel sottolineare come gli impatti di tali strumenti non siano omogenei quanto piuttosto fortemente influenzati da variabili strutturali, istituzionali e relazionali che modulano la capacità dei territori di trasformare le risorse in risultati di lungo periodo.

Tra le analisi più rilevanti si colloca lo studio di Crucitti et al. (2024), basato sull'applicazione del modello di equilibrio generale computabile RHOMOLO²¹ per la simulazione degli effetti della Politica di Coesione 2014 – 2020 sull'insieme dell'Unione Europea. I risultati evidenziano, per l'anno 2021, un incremento medio dello 0,35% del PIL e dello 0,54% dell'occupazione a livello europeo, con effetti persistenti, seppur attenuati, fino al 2033. Tali impatti risultano particolarmente rilevanti nelle regioni meno sviluppate, dove il volume dei finanziamenti coesivi ha superato il 3% del PIL locale. In termini di convergenza territoriale, si registra una riduzione del Theil index pari al 2,77% nel picco del 2021, confermando il contributo della Coesione alla riduzione delle disuguaglianze interregionali, sia tra stati membri che all'interno degli stessi.

Un elemento di particolare interesse emerso da questa simulazione riguarda gli effetti indiretti (spillover) attivati dagli scambi commerciali interregionali e dalla mobilità dei capitali, che amplificano gli impatti anche in contesti già sviluppati grazie a meccanismi di esportazione e integrazione produttiva. Tuttavia, la capacità dei territori di beneficiare appieno degli investimenti dipende in larga misura dalla struttura economica preesistente e dalla dotazione di capitale umano. In particolare, i moltiplicatori di lungo periodo risultano più elevati nelle regioni con minore dotazione iniziale di capitale pubblico e privato, a conferma della necessità di politiche complementari orientate al rafforzamento delle competenze e al sostegno dell'innovazione. Crucitti et al. (2024) sottolineano inoltre come le capacità istituzionali e amministrative costituiscano un fattore critico: l'assorbimento efficace dei fondi e la coerenza tra progettualità e contesto produttivo locale sono determinanti per l'efficacia delle politiche di coesione, anche in presenza di investimenti in ricerca e sviluppo.

²¹ RHOMOLO è il modello di equilibrio generale spaziale computabile della Commissione Europea. È sviluppato e gestito dal team TEDAM del JRC di Siviglia in collaborazione con la Direzione Generale per la Politica Regionale e Urbana. Viene utilizzato per la valutazione dell'impatto delle politiche e fornisce risultati settoriali, regionali e temporali basati sull'analisi di scenario.

In una prospettiva più micro, lo studio di Scotti et al. (2025) approfondisce l'effetto combinato del sistema di scambio delle quote di emissione (EU ETS) e dei fondi strutturali, adottando una metodologia *panel event study*²². L'analisi, focalizzata sulle imprese del settore energetico e manifatturiero pesante, mostra che il policy mix tra EU ETS e SCFs ha prodotto un aumento delle domande di brevetto ambientale compreso tra l'1,4% e il 2,2%, rispetto ai contesti in cui l'ETS agiva da solo. Inoltre, si rileva una riduzione dell'intensità carbonica (rapporto tra emissioni di CO₂ e attivi totali), con effetti medi tra lo 0,1% e l'1,4%, a seconda del periodo osservato, e un consolidamento dei risultati nel medio termine.

Anche in questo caso, l'efficacia del policy mix è modulata da variabili di carattere contestuale: la dotazione di asset intangibili delle imprese, la loro capacità di assorbimento tecnologico e il livello di coordinamento multilivello nei territori analizzati incidono in modo significativo sulla portata e sulla persistenza degli effetti rilevati. Tali evidenze confermano la rilevanza di strategie integrate e place-based, in cui la qualità della governance territoriale e la coerenza tra strumenti finanziari e strutture produttive locali rappresentano fattori abilitanti per il successo della transizione verde.

In una prospettiva microeconomica, Veiga (2024) applica un disegno PSM-DiD²³ su dati di imprese andaluse (Spagna) beneficiarie dei fondi FESR, dimostrando che tali risorse aumentano significativamente la probabilità di introdurre innovazioni di prodotto e processo, specie nei settori agroalimentare e ICT. Tuttavia, l'efficacia si manifesta soprattutto nelle imprese che collaborano con centri di ricerca locali, evidenziando l'importanza delle reti territoriali di innovazione. Nonostante l'incremento dell'innovazione, non vengono rilevati effetti statisticamente significativi su produttività e occupazione nel breve periodo, suggerendo che l'impatto dei fondi strutturali richiede un orizzonte temporale esteso per produrre trasformazioni economiche visibili. Lo studio evidenzia anche come la qualità della progettazione e della governance dei progetti finanziati sia un determinante cruciale per il successo degli interventi.

Le evidenze di Veiga trovano un interessante contraltare nello studio di Crescenzi e de Blasio (2018), che analizzano un programma di ricerca industriale cofinanziato nel Mezzogiorno italiano, precursore della strategia di specializzazione intelligente.

²² La metodologia *panel event study* combina l'analisi panel con lo studio degli eventi, consentendo di stimare l'evoluzione temporale degli effetti di una policy, distinguendo tra fasi pre- e post-intervento e controllando per eterogeneità non osservata.

²³ PSM-DiD è una combinazione metodologica che unisce il *Propensity Score Matching* (PSM) con il *Difference-in-Differences* (DiD). Il PSM seleziona un gruppo di controllo statisticamente simile al gruppo trattato (beneficiari dei fondi), mentre il DiD stima l'effetto del trattamento confrontando l'evoluzione degli esiti tra i due gruppi prima e dopo l'intervento. Questa strategia consente di rafforzare la validità causale dell'analisi controllando sia per differenze osservabili preesistenti sia per trend temporali.

Utilizzando un *Regression Discontinuity Design*²⁴, gli autori mostrano l'assenza di impatti significativi su investimenti, valore aggiunto o occupazione, indipendentemente dall'ammontare ricevuto. In particolare, le collaborazioni obbligatorie tra imprese e università risultano spesso inefficaci, mentre effetti positivi si osservano solo tra imprese low-tech con vincoli finanziari stringenti. Il lavoro sottolinea l'importanza di evitare approcci *one-size-fits-all*²⁵ e promuovere un disegno progettuale calibrato sul contesto territoriale, settoriale e imprenditoriale.

Sotto un altro punto di vista, lo studio di Crescenzi & Giua (2020), basato su un disegno controfattuale di tipo *spatial regression discontinuity*, dimostra che l'efficacia della politica di coesione è fortemente eterogenea tra gli Stati membri UE. Mentre in Germania gli effetti si concentrano prevalentemente sulla crescita economica e nel Regno Unito sull'occupazione, in Italia e Spagna i risultati appaiono più deboli o ritardati, anche a causa di fattori già discussi quali la qualità della governance locale, la capacità di cofinanziamento nazionale e la struttura imprenditoriale.

Queste evidenze confermano ancora una volta l'importanza di tenere conto delle specificità istituzionali e territoriali per valutare e massimizzare l'impatto delle politiche di coesione. Finiscono inoltre con l'evidenziare la necessità di strategie *place-sensitive*, adattate non solo al livello di sviluppo ma anche alla morfologia istituzionale e al modello di capitalismo prevalente (Loewen, 2022)

Sul piano ambientale, l'analisi di Liobikienė e Mandravickaitė (2016) evidenzia come gli effetti della Politica di Coesione sulle emissioni di gas serra (GHG) risultino eterogenei tra i vari Stati membri. In particolare, nei paesi dell'Europa centro-orientale, l'accesso ai fondi strutturali e il processo di integrazione europea hanno contribuito a significativi miglioramenti tecnologici e a una riduzione dell'intensità emissiva, grazie a investimenti in tecnologie più efficienti e infrastrutture, comprese le fonti rinnovabili. Tuttavia, l'aumento della scala produttiva, legato alla rapida crescita economica favorita anche dalla stessa Politica di Coesione, ha in molti casi più che compensato i benefici tecnologici, portando a un aumento complessivo delle emissioni (come osservato in Bulgaria, Polonia e negli Stati baltici).

²⁴ Il *Regression Discontinuity Design* è una metodologia quasi-sperimentale che sfrutta una soglia di ammissibilità per identificare effetti causali, confrontando unità appena al di sopra e al di sotto del cutoff e isolando così l'impatto netto della policy.

²⁵ L'espressione *one-size-fits-all* si riferisce a soluzioni standardizzate che presumono di andare bene per tutti i contesti o individui. Nel campo oggetto del lavoro, adottare un approccio del genere rischia di ignorare la complessità e le specificità locali, culturali o individuali, portando a risultati inefficaci o persino dannosi.

Nei paesi dell'Europa occidentale più industrializzati, invece, l'effetto diretto della Politica di Coesione sulla riduzione delle emissioni è stato generalmente più contenuto, con una correlazione positiva tra livello di sviluppo economico e maggiori emissioni di GHG. In questi contesti, la riduzione delle emissioni si lega più a dinamiche indirette, come i cambiamenti strutturali nei settori produttivi e investimenti in innovazione e capitale umano, piuttosto che a interventi ambientali mirati.

I risultati dello studio confermano che il progresso tecnologico ha avuto un ruolo importante nel ridurre l'intensità emissiva, specialmente nei paesi a crescita rapida (come Romania e Slovacchia). Tuttavia, questo contributo tecnologico non è stato sufficiente a compensare l'effetto della scala produttiva nei contesti caratterizzati da un forte aumento del PIL. Ciò suggerisce che l'efficacia ambientale dei fondi di Coesione dipende, non solo dalla disponibilità finanziaria ma anche dalla capacità di integrare strategicamente innovazione, trasformazione industriale e governance ambientale.

Un successivo contributo è quello di Ferrara & McCann (2017); gli autori analizzano l'impatto della Politica di Coesione sulle regioni europee utilizzando un approccio non parametrico di tipo *regression discontinuity design*, focalizzandosi sugli interventi in ricerca e innovazione (RTDI)²⁶ e nelle infrastrutture di trasporto. I risultati dello studio mostrano che l'efficacia degli interventi varia significativamente tra le regioni, a seconda della capacità di queste ultime di integrare le risorse e le politiche nei settori considerati. Le regioni che riescono a sviluppare complementarità funzionali tra le politiche di innovazione e quelle infrastrutturali, come evidenziato dalla combinazione positiva degli investimenti, registrano effetti più marcati sia in termini di crescita delle attività innovative (misurata con le domande di brevetto) sia nell'aumento dell'accessibilità ai trasporti. Questi risultati evidenziano che l'efficacia della Politica di Coesione non è legata soltanto all'entità delle risorse finanziarie stanziare, ma anche alla capacità delle regioni di valorizzare le sinergie tra i vari settori di intervento.

Ulteriori evidenze sull'efficacia differenziata dei fondi strutturali europei in ambito ambientale e innovativo emergono dall'analisi di Santos et al. (2023), che propongono un modello panel spaziale basato su dati NUTS-2 dell'Unione Europea relativi al periodo 2000 – 2019. L'obiettivo è valutare l'impatto dei fondi strutturali sull'innovazione ambientale, misurata attraverso il numero di brevetti green. Il modello considera sia effetti diretti che spillover spaziali, includendo variabili di controllo relative alla struttura produttiva, alla specializzazione settoriale e alla qualità istituzionale.

²⁶ Gli "Interventi in Ricerca e Innovazione" (RTDI, dall'inglese Research and Technology Development) sono un insieme di attività mirate a incrementare la conoscenza scientifica e tecnologica, e a sfruttarla per sviluppare nuovi prodotti, processi o servizi, o per migliorare quelli esistenti. Sono un aspetto fondamentale per l'innovazione e la crescita economica delle imprese e dei paesi.

I risultati indicano che i fondi strutturali generano effetti positivi e statisticamente significativi sull'innovazione ambientale solo nelle regioni con una solida base innovativa preesistente, rafforzando l'ipotesi secondo cui i finanziamenti pubblici agiscono prevalentemente da moltiplicatori piuttosto che da attivatori endogeni. L'efficacia è particolarmente marcata nei contesti con elevata capacità di assorbimento tecnologico, capitale umano qualificato e presenza di strutture collaborative (cluster, centri di ricerca, consorzi). Al contrario, nelle regioni con debolezze strutturali o bassa intensità tecnologica, l'impatto risulta nullo o marginale.

Un elemento di rilievo è rappresentato dagli spillover spaziali: le regioni confinanti con quelle beneficiarie mostrano anch'esse un incremento nella brevettazione green, effetto attribuibile a processi di apprendimento interregionale e alla diffusione informale delle conoscenze. Tuttavia, l'ampiezza e direzione di questi effetti dipendono dalla capacità delle regioni limitrofe di integrarsi nei circuiti della conoscenza e di partecipare a reti collaborative efficaci. In assenza di governance multilivello ben strutturata, gli investimenti rischiano di ridursi a meri trasferimenti finanziari, privi di impatti sistemici.

Da ciò emerge quindi la necessità di promuovere strategie di innovazione coerenti tra livelli istituzionali e di rafforzare le competenze locali, soprattutto nelle regioni più fragili.

Nel contesto dell'Europa sud-orientale, lo studio di Tijanić & Kersan-Škabic (2025) approfondisce il ruolo della Politica di Coesione nella transizione verde, mettendo in luce il peso delle condizionalità ambientali e della coerenza strategica. L'efficacia ambientale dei fondi strutturali appare strettamente legata alla presenza di vincoli ambientali chiari, allineati con gli obiettivi del Green Deal Europeo, nonché alla capacità istituzionale di implementare riforme complesse. In contesti in cui tali condizioni sono soddisfatte, si osservano miglioramenti misurabili in termini di efficienza energetica, riduzione delle emissioni climalteranti e investimenti in infrastrutture verdi.

Al contrario, in assenza di condizionalità vincolanti o in presenza di obiettivi vaghi, gli investimenti cofinanziati tendono a produrre crescita economica non accompagnata da decarbonizzazione, e in alcuni casi aggravano l'impatto ambientale. Gli autori sottolineano come l'efficacia trasformativa degli ESIF (European Structural and Investment Funds) non dipenda unicamente dall'ammontare delle risorse mobilitate, ma dalla loro allocazione strategica, dalla definizione di priorità verdi operative e dalla capacità delle istituzioni locali di monitorare gli impatti.

Lo studio propone inoltre un framework metodologico per migliorare il tracciamento dei progressi nella transizione verde, attraverso una maggiore integrazione tra obiettivi climatici e meccanismi di valutazione ex-ante, in itinere ed ex-post.

Questo approccio punta al mainstreaming ambientale in tutte le fasi della programmazione, dalla definizione delle priorità alla selezione dei progetti e alla costruzione del sistema di indicatori.

La letteratura più recente converge sull'idea che l'efficacia dei fondi strutturali europei nel sostenere innovazione e sostenibilità non sia garantita a priori ma dipenda da una serie di fattori abilitanti. Tra questi spiccano la qualità istituzionale locale, la continuità strategica delle politiche, la capacità amministrativa ma anche elementi meno visibili come il capitale umano, la cultura imprenditoriale e la propensione all'innovazione. Questi elementi determinano la possibilità di tradurre i fondi in risultati tangibili, favorendo spillover produttivi e scambi interregionali.

Particolarmente strategica è l'integrazione tra diversi strumenti di policy, che può amplificare gli effetti delle risorse disponibili e accelerare la transizione verso un'economia più verde e resiliente. In assenza di queste condizioni, tuttavia, i fondi rischiano di produrre effetti redistributivi statici, privi di impatto strutturale.

Ne consegue la necessità di adottare un approccio place-sensitive, capace di adattare gli strumenti europei alle specificità territoriali. Ciò è fondamentale non solo per massimizzarne l'efficacia ma anche per evitare effetti ambientali regressivi, come l'aumento delle emissioni in contesti dove la crescita produttiva non è accompagnata da tecnologie low-carbon.

<i>Studi</i>	<i>Domanda di ricerca</i>	<i>Principali risultati</i>
Crescenzi & De Blasio (2018)	Quali sono i limiti strutturali degli interventi FESR in chiave verde e innovativa?	I programmi FESR, pur orientati alla sostenibilità, soffrono di limiti top-down e scarsa aderenza territoriale; vincoli regolativi e partenariati inefficaci possono ridurre l'impatto sistemico.
Crescenzi & Giua (2020)	In che modo la qualità amministrativa influenza l'efficacia delle politiche ambientali cofinanziate? L'efficacia della coesione è omogenea tra Stati UE?	La qualità della governance e la capacità di gestire i fondi fanno la differenza: dove le amministrazioni sono deboli, gli investimenti funzionano peggio; Gli effetti variano tanto: in Germania spingono l'economia, nel Regno Unito creano lavoro, in Italia e Spagna impatto debole. Conta molto anche quanto riescono a cofinanziare.
Scotti, Flori & Crescenzi (2025)	Qual è l'impatto del policy mix tra strumenti technology-push (FESR, Horizon) e demand-pull (ETS) sull'eco-innovazione?	Il mix ETS + FESR/Horizon migliora la performance in brevetti ambientali e riduzione CO ₂ , specie nei settori ad alta intensità; la governance integrata e l'investimento in asset intangibili aumentano l'efficacia; trade-off tra strumenti possono ridurre l'impatto se non ben gestiti.
Veiga (2024)	I fondi FESR migliorano l'innovazione nelle imprese?	Aumento significativo di innovazioni di prodotto e processo in imprese andaluse FESR; impatto legato alla collaborazione con centri di ricerca; effetti su produttività e occupazione non immediati.

Liobikienė & Mandravickaitė (2016)	La Politica di Coesione riduce le emissioni di GHG?	Riduzione intensità emissiva nei paesi CEE, ma aumento assoluto per crescita produttiva; effetti indiretti nei paesi avanzati legati a innovazione e cambiamento settoriale.
Ferrara & McCann (2017)	Come variano gli effetti degli investimenti RTDI e infrastrutturali?	Impatti più forti dove c'è complementarità tra politiche di innovazione e infrastrutture; maggiore brevettazione e accessibilità nei contesti integrati.
Santos et al. (2023)	I fondi strutturali supportano l'eco-innovazione?	Effetto positivo solo in regioni con forte base innovativa; ruolo centrale di capitale umano e reti collaborative; spillover spaziali rilevanti; governance multilivello essenziale.
Tijanić & Kersan-Škabic (2025)	Qual è l'impatto ambientale dei fondi strutturali in Europa sud-orientale?	Effetti positivi se presenti condizionalità vincolanti e capacità istituzionale; in caso contrario, rischio di crescita non verde; necessaria integrazione tra obiettivi climatici e valutazione.

1.3 – Le reti collaborative europee come vettori dell’eco-innovazione

1.3.1 – Inquadramento teorico: I programmi quadro dell’UE come infrastruttura relazionale dell’eco-innovazione

I programmi quadro per la ricerca e per l’innovazione dell’Unione Europea, in particolare il Settimo Programma Quadro (FP7) e Horizon 2020²⁷, rappresentano una delle principali leve di policy per la promozione dell’eco-innovazione a scala sovranazionale. Oltre alla loro funzione di finanziamento diretto di attività scientifiche e tecnologiche, tali strumenti svolgono un ruolo sistemico nella costruzione e nel consolidamento di reti collaborative interregionali, capaci di facilitare il trasferimento di conoscenze, l’ibridazione di competenze tra domini disciplinari differenti e la co-produzione di soluzioni orientate alla sostenibilità ambientale. Tali reti, non solo abilitano la condivisione di conoscenze tecniche e scientifiche, ma svolgono anche un ruolo determinante nel rafforzamento delle capacità istituzionali delle regioni e nella creazione di ecosistemi collaborativi più resilienti, in linea con gli obiettivi della transizione verde europea (Peiffer–Smadja et al., 2023).

Tuttavia, una parte crescente della letteratura mette in discussione l’assunto secondo cui la semplice partecipazione ai programmi quadro europei garantisca automaticamente traiettorie trasformative di eco-innovazione. Colombo e Pansera (2019), in un’analisi critica dei bandi Horizon 2020, evidenziano come l’orientamento prevalente delle call sia fortemente incentrato su soluzioni tecnocentriche e *market-driven*²⁸, con un marcato bias verso progetti ad alta intensità tecnologica ma a basso grado di discontinuità sistemica. In particolare, gli autori mostrano che molte delle innovazioni finanziate si inseriscono nel paradigma dell’eco-efficienza, mirando a ridurre l’impatto ambientale attraverso miglioramenti incrementali, senza però mettere in discussione i modelli produttivi, distributivi o organizzativi dominanti.

Questo approccio tende a marginalizzare forme di innovazione più radicali o alternative, come quella frugale, sociale o comunitaria. Sebbene queste pratiche possano contribuire in modo significativo alla sostenibilità ambientale e alla resilienza locale, faticano a emergere e ad essere valorizzate all’interno di schemi valutativi fortemente tecnocratici. Il risultato è un processo selettivo che privilegia configurazioni convenzionali di innovazione, limitando la possibilità di promuovere visioni plurali della transizione ecologica.

²⁷ Il Settimo Programma Quadro (FP7) per la ricerca e lo sviluppo tecnologico è stato attivo dal 2007 al 2013. È stato seguito da Horizon 2020, l’ottavo programma quadro dell’Unione Europea, che ha coperto il periodo 2014–2020.

²⁸ Con l’espressione *soluzioni tecnocentriche e market-driven* si fa riferimento a quelle traiettorie di innovazione che pongono al centro dello sforzo trasformativo la dimensione tecnologica, spesso in risposta a esigenze di mercato, marginalizzando aspetti sociali, istituzionali o culturali del cambiamento. In ambito europeo, tale orientamento si traduce nella promozione di progetti ad alta intensità di capitale tecnologico e know-how specialistico, i cui risultati sono valutati prevalentemente in base a parametri di efficienza, scalabilità e ritorno economico. Secondo Colombo e Pansera (2019), questo tipo di innovazione tende a riprodurre logiche economiche esistenti, favorendo l’ottimizzazione del sistema industriale attuale piuttosto che la sua trasformazione strutturale in chiave ecologica e sociale.

Come sottolineano Colombo e Pansera, il disallineamento tra gli obiettivi dichiarati (trasformazione, inclusività, sostenibilità) e le modalità effettive di implementazione (competitive, performative, centralizzate) rischia di ridurre l'impatto sistemico delle politiche europee di R&I. In molti casi, tali politiche finiscono per riprodurre assetti sociotecnici esistenti piuttosto che trasformarli. In quest'ottica, la valutazione delle reti collaborative andrebbe ampliata oltre i meri indicatori strutturali, come la centralità o la densità, includendo criteri qualitativi legati al potenziale trasformativo dei progetti, e alla loro capacità di generare cambiamenti istituzionali, sociali e ambientali.

Le evidenze empiriche disponibili confermano che la partecipazione ai programmi quadro si traduce in un'intensificazione delle relazioni tra regioni europee, con impatti misurabili sulla struttura e sulla topologia dei network. Studi basati sulla *Social Network Analysis* (SNA)²⁹ dimostrano che caratteristiche come la densità, la centralità e la modularità delle reti collaborative influenzano in modo significativo la capacità delle regioni di attrarre fondi europei, nonché la loro performance in termini di output scientifico e tecnologico (Meliciani et al., 2022; Lalanne & Meyer, 2024).

In particolare, Meliciani et al. (2022) evidenziano che le regioni con una posizione centrale nei network, misurata tramite indicatori come la *strength centrality* e il clustering index, tendono a mostrare performance superiori sia in termini di partecipazione ai bandi UE sia nella produzione scientifica e tecnologica. Analogamente, Lalanne e Meyer (2024) confermano che le regioni con maggiore centralità presentano un'attività brevettuale più intensa, sottolineando la relazione diretta tra il posizionamento nei network e la capacità innovativa.

Tuttavia, questi benefici si distribuiscono spesso in modo asimmetrico: regioni già dotate di asset cognitivi consolidati tendono a rafforzare ulteriormente la propria posizione, mentre quelle periferiche o con capacità istituzionale ridotta rimangono ai margini, generando effetti di lock-in e polarizzazione collaborativa (Balland, Boschma & Ravet, 2020). Secondo gli autori, la struttura reticolare delle collaborazioni europee ha favorito l'integrazione progressiva tra paesi membri ma allo stesso tempo ha anche prodotto concentrazioni di partecipazione nelle aree con maggiore capacità di assorbimento e di capitalizzazione delle conoscenze. Questo fenomeno è ulteriormente accentuato dalla complessità dei progetti finanziati, che richiedono un elevato grado di specializzazione e la capacità di interagire efficacemente con molteplici attori europei.

In tal senso, le regioni con minore dotazione istituzionale e limitate capacità relazionali si trovano spesso escluse dalle reti più performanti, faticando a tradurre le collaborazioni in benefici concreti per i propri ecosistemi innovativi.

²⁹ La Social Network Analysis (SNA) è un approccio metodologico utilizzato per analizzare le relazioni e le interazioni tra attori (persone, organizzazioni, regioni) all'interno di una rete. In ambito europeo, viene applicata per studiare la struttura delle collaborazioni nei programmi di ricerca, valutando parametri come la densità, la centralità e la modularità, al fine di comprendere come la posizione in rete influenzi l'accesso ai finanziamenti e la capacità innovativa.

Un contributo rilevante alla comprensione del ruolo sistemico dei programmi quadro europei proviene da Peñalosa e Castaldi (2025), che analizzano in modo approfondito le dinamiche di partecipazione e gli effetti strutturali delle reti collaborative attivate da Horizon 2020. Gli autori propongono una lettura relazionale della funzione dei programmi quadro, intesi non solo come strumenti di finanziamento ma come infrastrutture cognitive e organizzative in grado di plasmare la circolazione delle competenze (*circulation of competences*) tra territori eterogenei. In quest'ottica, la qualità trasformativa delle progettualità europee dipende in misura cruciale dalla topologia delle reti, dalla composizione dei consorzi e dal posizionamento territoriale degli attori coinvolti.

I risultati dell'analisi, condotta su un ampio dataset di progetti con finalità ambientali, mostrano come l'efficacia delle reti collaborative sia fortemente influenzata dal bilanciamento tra regioni "contributor" e "receiver". Le prime sono quelle già dotate di un solido capitale relazionale, scientifico e amministrativo, capaci di attrarre fondi e influenzare la direzione strategica dei progetti. Le seconde, invece, pur partecipando formalmente alle reti, tendono ad assumere ruoli subordinati e poco trasformativi, rimanendo spesso al margine dei flussi cognitivi più innovativi.

La configurazione strutturale delle reti, misurata attraverso indicatori di centralità, clustering e assortatività, risulta un fattore determinante per comprendere gli effetti reali sulla performance regionale. Le reti meno gerarchizzate e ad alta reciprocità favoriscono un più equo trasferimento di conoscenze e l'emergere di dinamiche orizzontali di apprendimento interregionale. Tuttavia, gli autori evidenziano che una parte rilevante dei consorzi Horizon è ancora dominata da logiche di élite scientifiche e istituzionali, che limitano la diffusione capillare delle competenze e il radicamento delle soluzioni progettuali nei territori meno integrati.

Questo scenario suggerisce che i programmi quadro, se non accompagnati da politiche intenzionali di inclusione e *capacity building*, rischiano di rafforzare meccanismi cumulativi di vantaggio e di riprodurre squilibri territoriali nella distribuzione delle opportunità di eco-innovazione. La funzione di "equalizzazione cognitiva" attribuita ai network europei si realizza pienamente solo in presenza di configurazioni collaborative aperte, orizzontali e coerenti con le traiettorie regionali di sviluppo.

In tal senso, l'analisi di Peñalosa e Castaldi rafforza l'idea che la costruzione di reti trasformative richieda un disegno strategico capace di tenere insieme equità, qualità relazionale e coerenza territoriale, spostando il focus dalle sole performance scientifiche agli impatti sistemici a lungo termine.

Sulla base di queste evidenze, si rafforza l'esigenza di migliorare la complementarità tra le reti collaborative finanziate dai programmi quadro europei e le strategie regionali di specializzazione intelligente (RIS3), con l'obiettivo di ridurre i rischi di polarizzazione e amplificare il potenziale trasformativo delle politiche europee in materia di innovazione e sostenibilità (Gallardo et al., 2022). Il lavoro di Gallardo, Arranz e Nieto (2022) rappresenta un contributo rilevante all'analisi critica delle interazioni tra reti collaborative europee e pianificazione regionale.

L'analisi delle regioni carbonifere spagnole (Asturias, Castilla y León e Aragón) mostra che i network creati con i progetti Horizon 2020, pur coerenti con le priorità europee per la transizione energetica e digitale, risultano spesso disallineati rispetto alle strategie regionali RIS3. Il problema si accentua quando tali reti sono dominate da attori esterni (università o multinazionali) che interagiscono poco con il tessuto locale, generando progettualità tecnicamente valide ma prive di impatto sistemico e di spillover territoriali.

Questo porta a una scarsa efficacia trasformativa, limitando il contributo dei progetti alla riconversione industriale e alla resilienza regionale. Solo le aree con solide capacità istituzionali riescono a beneficiare pienamente dei fondi, mentre le regioni più deboli restano beneficiarie passive, incapaci di valorizzare i risultati. La situazione evidenzia quindi delle criticità nella governance multilivello e la necessità di un miglior coordinamento tra strumenti top-down (come Horizon) e strategie bottom-up (come le RIS3), per garantire coerenza, inclusione e impatti duraturi.

Un altro importante elemento che emerge dalla letteratura più recente riguarda la composizione qualitativa e la governance dei consorzi progettuali nell'ambito dei programmi europei di ricerca e innovazione.

Peiffer–Smadja et al. (2023) evidenziano come il successo nei bandi Horizon 2020 non sia spiegato unicamente dalla dimensione scientifica bensì da una combinazione di fattori che include la qualità accademica dei partner, valutata attraverso *l'impact factor* delle pubblicazioni e l'originalità dei brevetti e soprattutto la capacità istituzionale e relazionale delle regioni coinvolte.

In particolare, le amministrazioni pubbliche locali giocano un ruolo cruciale nel facilitare la costruzione di partenariati efficaci, soprattutto nei territori classificati come “*moderate innovators*”³⁰. In contesti ad alta complessità istituzionale, le configurazioni progettuali più efficaci sono quelle capaci di integrare in modo equilibrato attori accademici, enti locali e soggetti internazionali, garantendo una distribuzione funzionale di risorse, responsabilità e competenze.

³⁰ Gli autori separano *R&I Ecosystems* tra *Advanced* e *moderate* in base all'intensità dell'R&D sopra o sotto la media UE.

La stabilità delle relazioni collaborative preesistenti, basata sulla fiducia istituzionale e sull'esperienza condivisa, si conferma come una leva fondamentale per assicurare coerenza, credibilità e implementabilità dei progetti cofinanziati a livello europeo.

L'analisi di Ochoa & Arranz (2023) sulle città coinvolte nella missione *Climate-Neutral and Smart Cities* evidenzia che gli ecosistemi urbani più efficaci nella transizione climatica condividono tre caratteristiche fondamentali: elevata densità relazionale, struttura decisionale orizzontale e presenza diversificata di attori (pubblici, accademici, imprenditoriali e civici). Questa configurazione multi-settoriale consente un approccio olistico e place-based, adattabile alle specificità locali. La combinazione di visione strategica condivisa, legittimità sociale e coordinamento istituzionale rafforza non solo l'accesso ai finanziamenti europei ma anche la capacità di attuazione dei progetti climatici, posizionando le città come catalizzatori della neutralità carbonica.

Su scala più ampia, i Programmi Quadro europei funzionano come infrastrutture relazionali multilivello, favorendo la circolazione della conoscenza e la co-evoluzione tecnologica attraverso il finanziamento competitivo. Questa dinamica stimola la formazione di élite scientifiche transnazionali e l'ibridazione delle competenze ma può anche generare effetti di polarizzazione, penalizzando le regioni meno integrate nei network di innovazione (Lalanne & Meyer, 2024; Calvo-Gallardo et al., 2022).

In particolare, Calvo-Gallardo et al. (2022) rilevano che la mancanza di coerenza tra le reti promosse dai Programmi Quadro e le strategie RIS3 regionali può ridurre il potenziale trasformativo dei progetti, soprattutto quando questi sono guidati da attori esterni che non si radicano nei sistemi locali. Il risultato è spesso una debole connessione tra progettualità europea e contesti produttivi, con scarsa generazione di spillover e impatti limitati sulle traiettorie territoriali dell'innovazione.

Per affrontare le criticità legate all'efficacia territoriale dei programmi competitivi europei, la letteratura propone un'integrazione più stretta tra strumenti come Horizon Europe e le politiche *place-based*, con l'obiettivo di massimizzare il potenziale trasformativo dell'innovazione e ridurre i divari tra regioni centrali e periferiche. In particolare, una governance multilivello efficace, capace di allineare le reti progettuali finanziate a livello UE con le priorità territoriali, rappresenta una leva fondamentale per rafforzare la coesione socioeconomica e per fare delle reti di Horizon dei veri motori della transizione verde e dell'innovazione sostenibile (Lalanne & Meyer, 2024).

In questo contesto, il concetto di *smart proximity* elaborato da Calignano e Fitjar (2018) si rivela particolarmente utile per ripensare l'architettura relazionale dei consorzi Horizon: le collaborazioni più efficaci non si fondano su prossimità geografica o somiglianza strutturale ma sulla complementarità cognitiva e sulla capacità di attivare processi di apprendimento reciproco.

Ciò consente di generare conoscenze ibride e trasferibili, potenziando l'effetto sistemico delle reti europee.

Ne consegue che le politiche dell'UE per la ricerca e l'innovazione dovrebbero concentrarsi non solo sull'ampliamento delle reti collaborative ma anche sulla qualità delle interazioni, favorendo configurazioni progettuali intelligenti, in cui la complementarità tecnologica e il coordinamento istituzionale diventino fattori chiave di successo. Una governance relazionale consapevole, in grado di connettere visione strategica, coerenza territoriale e capacità di mediazione tra attori eterogenei, è essenziale per superare la frammentazione tra approcci standardizzati e logiche place-based. In questa prospettiva, *smart proximity* non è solo un concetto teorico ma diventa uno strumento operativo per orientare le politiche di innovazione europee verso una maggiore equità territoriale e un impatto trasformativo più diffuso.

1.3.2 – Evidenze empiriche: Impatti delle reti sull'eco-innovazione e sulla performance regionale

L'efficacia delle reti collaborative promosse dai programmi quadro europei si manifesta non solo nella costruzione di legami interistituzionali, ma anche in termini di impatto tangibile sull'eco-innovazione e sulla performance innovativa delle regioni. Un vasto numero di contributi empirici hanno indagato le relazioni tra densità, varietà e composizione delle reti e la capacità dei territori di generare output green, quali brevetti ambientali, tecnologie pulite e progetti ad alto contenuto sostenibile.

Secondo Fabrizi, Fiorelli & Meliciani (2025), la partecipazione delle regioni europee a progetti di ricerca finanziati dall'Unione Europea con contenuto ambientale esplicito, in particolare quelli co-finanziati da programmi quadro come Horizon 2020, è positivamente associata alla produzione di brevetti green, ovvero brevetti classificati nelle categorie Y02 e Y04S dell'European Patent Office³¹. Questo legame tra partecipazione progettuale e produzione brevettuale è statisticamente significativo e robusto, confermando che i progetti green europei fungono da catalizzatori per l'innovazione ambientale nei territori coinvolti. Inoltre, l'analisi evidenzia che tale relazione risulta più forte nelle regioni dotate di un capitale cognitivo avanzato e di una capacità pregressa di assorbire conoscenze complesse, suggerendo che le politiche di finanziamento europee tendono a rafforzare le traiettorie già esistenti piuttosto che colmare i divari regionali.

L'effetto risulta particolarmente significativo nelle regioni coinvolte in consorzi caratterizzati da un'elevata incidenza di collaborazioni extra-regionali, ossia con partner situati al di fuori della propria area geografica di appartenenza. In queste configurazioni, il trasferimento e la combinazione di conoscenze tra attori eterogenei, come università, imprese e centri di ricerca, distribuiti su scala interregionale o transnazionale si dimostra più efficace nel generare innovazione tecnologica orientata alla sostenibilità ambientale. Gli autori interpretano questi risultati attraverso il concetto di *prossimità cognitiva*, intesa come la vicinanza tra attori in termini di background tecnologico, linguaggi scientifici e compatibilità organizzativa. Tale forma di prossimità risulta spesso più rilevante della mera vicinanza geografica nel facilitare la diffusione e la co-creazione di conoscenze legate all'eco-innovazione.

Questa prospettiva è corroborata anche dalla revisione sistematica di Araújo e Franco (2021), i quali evidenziano come la collaborazione interregionale emerga frequentemente come risposta alla necessità di superare barriere cognitive e colmare lacune tecnologiche locali.

La loro analisi mostra che la capacità delle reti di generare eco-innovazione dipende in larga misura dalla qualità dei partner coinvolti e dall'efficacia delle modalità di governance adottate nei progetti.

³¹ Le categorie Y02 e Y04S dell'European Patent Office (EPO) comprendono, rispettivamente, tecnologie per la mitigazione del cambiamento climatico (es. efficienza energetica, rinnovabili) e sistemi intelligenti per la gestione dell'energia (es. *smart grids*, integrazione delle rinnovabili).

Ciò evidenzia l'importanza di costruire meccanismi relazionali e istituzionali in grado di tradurre la cooperazione in risultati concreti.

In particolare, Araújo e Franco sottolineano come la complementarità delle competenze tra i partner e la presenza di strutture di coordinamento adeguate rappresentino fattori chiave per massimizzare l'impatto delle collaborazioni, sia in termini di performance innovativa che di sostenibilità ambientale a livello regionale.

Quando i progetti coinvolgono attori di regioni diverse ma cognitivamente affini, si attivano dinamiche di apprendimento interregionale e diversificazione guidata, coerenti con le traiettorie tecnologiche locali. Questo approccio, alla base delle politiche europee di innovazione, promuove reti collaborative ad alto valore aggiunto, in grado di generare spillover tecnologici oltre i confini amministrativi.

Calignano e Fitjar (2018) dimostrano che la prossimità geografica da sola non è sufficiente a generare innovazione trasformativa. Le collaborazioni più efficaci si realizzano quando una moderata distanza geografica si combina con una compatibilità cognitiva tra i partner: un equilibrio che consente di scambiare conoscenze senza ridondanza, favorendo apprendimento esplorativo e innovazioni adattive. In questo contesto, la distanza fisica può diventare una risorsa strategica, facilitando soluzioni meno convenzionali.

Tuttavia, affinché queste reti transregionali producano valore reale, è necessaria una governance relazionale solida, capace di coordinare le differenze, integrare le conoscenze e radicare i risultati nei territori. In assenza di tali condizioni, le collaborazioni rischiano di rimanere superficiali e poco trasformative. La letteratura sottolinea quindi che la qualità delle relazioni e la complementarità cognitiva contano più della prossimità, specialmente nel campo dell'eco-innovazione.

Un'ulteriore criticità emerge nello studio di Colombo e Pansera (2019), che analizzano progetti Horizon 2020 evidenziando una prevalenza di eco-innovazione convenzionale: soluzioni orientate all'efficienza senza mettere in discussione i modelli economici dominanti. In mancanza di criteri valutativi trasformativi, i programmi tendono a favorire innovazioni incrementali e standardizzate, penalizzando approcci alternativi come l'innovazione sociale, frugale o place-based.

Questa dinamica produce una selezione progettuale conservativa, che limita l'impatto sistemico delle reti collaborative e la capacità di attivare processi endogeni di trasformazione nei contesti regionali più marginali. Da qui l'esigenza di affiancare agli indicatori quantitativi anche metriche qualitative, in grado di cogliere la portata sistemica e inclusiva delle innovazioni.

In tale direzione si muove il contributo di Araújo e Franco (2021), che, attraverso un'analisi a livello di impresa, dimostrano come la partecipazione a reti collaborative europee aumenti

significativamente la propensione all'eco-innovazione, soprattutto tra le PMI e in contesti a elevata eterogeneità settoriale. Questi network riducono i costi di accesso alla conoscenza, superano barriere strutturali e rafforzano la competitività green delle imprese anche a livello internazionale.

A livello macro-regionale, le evidenze confermano ulteriormente il valore strategico delle reti collaborative. Meliciani, Di Cagno, Fabrizi e Marini (2022) mostrano che le regioni con maggiore centralità nei network finanziati da Horizon 2020 tendono a ottenere performance superiori in termini di innovazione complessiva. Questo suggerisce una correlazione positiva tra la posizione relazionale all'interno dei consorzi e la capacità di attrarre conoscenze e risorse strategiche.

L'analisi di Calignano e Trippl (2020) contribuisce a chiarire ulteriormente il ruolo della varietà relazionale nei progetti di ricerca transnazionali. Secondo gli autori, la diversità delle connessioni, sia in termini geografici sia cognitivi, rappresenta un fattore chiave per l'attivazione di meccanismi di apprendimento esplorativo. Questo tipo di apprendimento, orientato alla sperimentazione di soluzioni non convenzionali e ad alto potenziale trasformativo, risulta particolarmente rilevante nel contesto della transizione ecologica, dove l'innovazione radicale costituisce una leva imprescindibile.

Tuttavia, Calignano e Trippl mettono in guardia contro una lettura ingenua del concetto di varietà: reti eccessivamente eterogenee o sbilanciate, in assenza di adeguati strumenti di coordinamento, possono diventare disfunzionali. In questi casi si manifestano fenomeni di "relational trap", ossia configurazioni collaborative bloccate in schemi consolidati, che tendono a escludere attori periferici, limitare il potenziale innovativo sistemico e ridurre la capacità delle reti di adattarsi a nuove traiettorie tecnologiche. Tali trappole emergono, ad esempio, quando le collaborazioni si polarizzano attorno a pochi hub centrali, ostacolando la circolazione orizzontale delle conoscenze e l'inclusione di nuovi attori locali.

Le evidenze disponibili confermano che la prossimità geografica, da sola, non garantisce una diffusione efficace della conoscenza. È piuttosto una distanza cognitiva moderata, che equilibra similarità e differenza, a creare le condizioni più favorevoli per l'apprendimento interattivo e l'adattamento delle soluzioni tecnologiche ai contesti regionali. Le reti collaborative che uniscono varietà cognitiva e coordinamento multilivello risultano più efficaci nel generare spillover significativi.

La governance delle reti diventa quindi centrale: non basta aumentare il numero delle connessioni ma occorrono strumenti di policy e infrastrutture istituzionali in grado di facilitare la mediazione cognitiva, la rotazione dei partner e l'inclusione di attori meno strutturati. Come mostra Calvo-Gallardo et al. (2022), l'allineamento tra reti collaborative e strategie RIS3 è essenziale per produrre valorizzazione endogena e rafforzamento delle competenze locali. Laddove questo allineamento manca, i progetti tendono a rimanere isolati e scarsamente integrabili nel tessuto territoriale.

La letteratura evidenzia anche che la partecipazione ai programmi competitivi, come Horizon, segue spesso logiche di concentrazione: le regioni più forti, dotate di capitale umano e infrastrutture avanzate, consolidano la propria posizione; quelle periferiche restano ai margini (Lalanne & Meyer, 2024). Questa polarizzazione relazionale rafforza le disuguaglianze nell'accesso ai benefici dell'innovazione.

Per contrastare queste dinamiche, sono necessari interventi di accompagnamento volti a rafforzare la capacità progettuale delle regioni meno connesse e a facilitare l'integrazione nei consorzi europei. Come suggeriscono Araújo e Franco (2021), misure di capacity building possono supportare l'ingresso delle PMI e degli attori locali nei network, favorendo la costruzione di ecosistemi più resilienti.

Calignano e Trippi (2020) sottolineano inoltre che l'efficacia delle reti dipende dalla qualità delle configurazioni relazionali e dalla presenza di infrastrutture di supporto, come agenzie regionali per l'innovazione, in grado di attivare global pipelines tra attori locali e centri di eccellenza. In assenza di tali meccanismi, si rischia di cadere in relational traps: reti chiuse e autoreferenziali che ostacolano la trasformazione.

Questo approccio è ulteriormente sviluppato da Peñalosa e Castaldi (2025), che introducono il concetto di relational inequality: non è sufficiente partecipare ai network, conta la qualità dell'inserimento. Nei consorzi Horizon, le regioni con maggior capitale istituzionale tendono ad assumere ruoli centrali, mentre quelle periferiche restano in posizioni marginali. Ne derivano learning gaps persistenti e benefici concentrati. Il rischio è quello di *locked learning*, ovvero reti che rafforzano solo i nodi già forti, a scapito di una diffusione equa della conoscenza.

Per evitare queste trappole, è cruciale affiancare alla costruzione dei network strumenti di animazione territoriale, capaci di valorizzare l'eterogeneità degli attori e di stimolare processi di co-produzione della conoscenza. Solo così le reti possono evolvere da semplici canali di connessione a dispositivi di empowerment territoriale, superando le disuguaglianze relazionali.

Quindi generare impatti trasformativi duraturi richiede configurazioni collaborative inclusive e coerenti con le traiettorie di sviluppo regionale, sostenute da una governance multilivello integrata. In quest’ottica, che sarà approfondita nel paragrafo successivo, si apre la riflessione sulle sinergie potenziali tra i Programmi Quadro europei e gli strumenti della Politica di Coesione, come leve complementari per una transizione verde più equa, radicata e adattiva.

<i>Studi</i>	<i>Domanda di ricerca</i>	<i>Principali risultati</i>
Colombo & Pansera (2019)	I programmi Horizon promuovono davvero eco-innovazione trasformativa?	Le call Horizon favoriscono innovazioni market-driven e incremental; forme radicali o sociali restano marginali, limitando l’impatto trasformativo.
Meliciani et al. (2022); Lalanne & Meyer (2024)	Come la posizione nei network Horizon influenza performance scientifica e tecnologica?	Le regioni centrali nei network ottengono più fondi e brevetti; ma i benefici sono concentrati e generano polarizzazione.
Peiffer–Smadja et al. (2023); Ochoa & Arranz (2023)	Quali fattori determinano la qualità dei consorzi progettuali europei?	Il successo dipende da equilibrio tra partner accademici, locali e internazionali; fiducia e relazioni preesistenti contano molto.
Calignano & Fitjar (2018)	Che ruolo gioca la ‘smart proximity’ nella qualità delle collaborazioni?	Le collaborazioni più efficaci bilanciano distanza geografica e compatibilità cognitiva, generando innovazione da diversità ben gestita.
Fabrizi, Fiorelli & Meliciani (2025)	La partecipazione a progetti green UE stimola la produzione di eco-brevetti regionali?	Partecipare a progetti UE ambientali è correlato a più brevetti green, soprattutto in regioni con alto capitale cognitivo.
Araújo & Franco (2021)	Quali fattori determinano l’impatto delle reti collaborative su eco-innovazione e sostenibilità?	La complementarità tra partner e una governance efficace sono chiave; PMI e contesti eterogenei beneficiano di più.

Lalanne & Meyer (2024)	La partecipazione ai network europei è equamente distribuita tra regioni?	I network tendono a favorire regioni già forti, mentre le periferiche restano passive, aggravando le disuguaglianze.
Peñalosa & Castaldi (2025)	Che impatto ha la posizione relazionale nei network Horizon sulle disuguaglianze territoriali?	Chi è centrale nei network influenza e raccoglie benefici; chi è ai margini resta in “locked learning” e poco valorizzato.

1.4 – Sinergie e frizioni tra politiche europee per la transizione verde

1.4.1 – Complementarità tra strumenti competitivi e place-based

La crescente complessità delle sfide ambientali e la natura interconnessa dei processi di eco-innovazione richiedono un'integrazione sempre più strategica tra strumenti di policy di diversa natura. Nell'ambito europeo, questo si traduce nella necessità di coordinare efficacemente gli strumenti basati sull'eccellenza competitiva, come Horizon 2020 e Horizon Europe, con le politiche place-based promosse attraverso la Politica di Coesione, in particolare tramite il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), il Fondo di Coesione e i programmi Interreg. Questi strumenti rispondono a logiche di policy differenti: i primi sono orientati alla selezione competitiva dei progetti di ricerca e innovazione più avanzati, indipendentemente dalla distribuzione geografica, mentre i secondi mirano a sostenere la convergenza economica e sociale tra regioni, con particolare attenzione alle aree meno sviluppate.

Doussineau et al. (2021) in un Rapporto tecnico del Centro comune di ricerca (JRC)³², propongono una lettura sistemica delle sinergie tra Horizon 2020 e la Politica di Coesione, identificando due principali meccanismi di interazione: il sequenziamento strategico e la combinazione progettuale. Il primo consiste nell'utilizzo dei fondi strutturali per rafforzare la capacità scientifica, infrastrutturale e amministrativa delle regioni meno sviluppate, fungendo da piattaforma abilitante per una futura partecipazione a programmi di ricerca competitivi come Horizon. Questo approccio risulta particolarmente rilevante in contesti con capacità istituzionali limitate, dove l'accesso a Horizon richiede precondizioni spesso assenti. Il secondo meccanismo si concretizza quando i risultati dei progetti Horizon vengono ulteriormente sviluppati o scalati attraverso investimenti cofinanziati da FESR o altri strumenti regionali, creando un ciclo virtuoso di apprendimento e valorizzazione. Tali sinergie, spesso non formalizzate a livello procedurale, si manifestano in modo differenziale a seconda delle capacità locali e della presenza di *policy entrepreneur*³³ capaci di coordinare efficacemente le fonti di finanziamento disponibili. Gli autori sottolineano che, più che il cofinanziamento diretto, è la capacità di progettare strategie sequenziali e integrate che determina il successo della complementarità tra strumenti competitivi e place-based.

³² *JRC Technical Report* - è una pubblicazione del Centro comune di ricerca (Joint Research Centre - JRC) della Commissione europea. È il servizio scientifico e di conoscenza della Commissione, e questi report sono documenti che forniscono prove scientifiche e supporto tecnico alle politiche dell'Unione Europea.

³³ Il termine *policy entrepreneur* si riferisce a individui o attori (funzionari pubblici, accademici, politici, consulenti) che operano strategicamente per promuovere cambiamenti di policy, sfruttando finestre di opportunità e mobilitando risorse, coalizioni e competenze per far avanzare un'agenda specifica. Sono spesso cruciali nell'integrare strumenti di policy differenti e nel favorire la convergenza tra livelli di governance.

Anche Lalanne & Meyer (2024) confermano l'esistenza di sinergie tra strumenti competitivi e place-based, mostrando che la partecipazione delle regioni a Horizon 2020 è positivamente correlata a quella nei programmi Interreg Europe. Le regioni con maggiore centralità nei network di collaborazione risultano più performanti in termini di attività brevettuale, suggerendo che la partecipazione congiunta a entrambi i programmi può rafforzare la capacità innovativa territoriale.

In parallelo, Peiffer–Smadja et al. (2023) evidenziano il ruolo determinante della qualità istituzionale e della capacità amministrativa nel facilitare l'accesso e il successo nei bandi Horizon 2020, specialmente nelle regioni con ecosistemi di R&I moderati. I fondi della Politica di Coesione, come FESR e FSE, possono qui giocare un ruolo chiave nel rafforzare le capacità istituzionali e creare le condizioni per una partecipazione più equa ai programmi di ricerca europei.

Sul fronte dell'eco-innovazione, Scotti et al. (2025) dimostrano che la combinazione tra strumenti demand-pull (come l'EU ETS) e technology-push (Fondi Strutturali e Horizon 2020) produce effetti positivi, sia sulla produzione di brevetti green sia sulla riduzione delle emissioni, soprattutto nei settori ad alta intensità energetica. L'efficacia di tale mix dipende però dalla presenza di ecosistemi locali strutturati, capaci di integrare i diversi strumenti in modo coerente.

Una prospettiva simile emerge dallo studio di Ochoa & Arranz (2023), che analizzando 14 città spagnole mostra come reti urbane inclusive e intersettoriali facilitino la creazione di sinergie tra Horizon 2020 e altri strumenti europei, come LIFE e FESR. Le città meglio connesse risultano più capaci di integrare strumenti competitivi e place-based a supporto delle politiche di decarbonizzazione urbana, dimostrando il potenziale delle reti collaborative come infrastrutture per un uso integrato dei fondi europei.

Nel complesso, la letteratura esaminata converte in un messaggio chiave: la complementarità tra strumenti competitivi e place-based è una condizione abilitante essenziale per l'efficacia delle politiche europee per la transizione verde. Non si tratta solo di far coesistere diversi canali di finanziamento ma di progettarli in modo integrato, attraverso un coordinamento istituzionale multilivello e una governance in grado di generare impatti trasversali.

Per valorizzare pienamente il potenziale trasformativo degli strumenti europei, è cruciale promuovere una maggiore coerenza tra reti collaborative e priorità territoriali (come le RIS3), rafforzare la capacità amministrativa e la qualità istituzionale e superare la frammentazione tra logiche di intervento diverse. Solo mediante un approccio strategico e coordinato le sinergie tra Programmi Quadro e Politica di Coesione possono tradursi in leve efficaci per una transizione verde più equa e territorialmente integrata.

1.4.2 – Lacune della letteratura e implicazioni per la governance

Nonostante l'attenzione crescente verso il ruolo dei fondi europei nella promozione dell'innovazione sostenibile, la letteratura presenta ancora lacune analitiche significative. Manca, in particolare, un approccio integrato che analizzi in modo sistematico le interazioni tra politiche ambientali europee, strumenti multilivello di finanziamento e traiettorie territoriali di eco-innovazione. Le ricerche esistenti si concentrano spesso su dimensioni aggregate (come la spesa in R&S o la partecipazione ai Programmi Quadro) o su indicatori settoriali specifici (brevetti, emissioni), trascurando il ruolo di governance, capacità istituzionale e reti locali.

Una prima criticità riguarda la scarsità di valutazioni comparative cross-programma. Ad esempio, Fabrizi et al. (2024) evidenziano il potenziale delle reti di ricerca ambientale per rafforzare la competitività green, ma non ne analizzano l'integrazione con diversi canali di finanziamento. Scotti et al. (2025) mostrano l'efficacia del mix tra EU ETS e fondi strutturali ma il ruolo di Horizon 2020 rimane marginale. Anche Lalanne & Meyer (2024) rilevano interazioni positive tra Horizon e Interreg ma senza considerare la dimensione regolativa o la complessità multilivello della governance.

Una seconda area critica riguarda la *place-sensitivity* della transizione verde. In regioni con ecosistemi fragili, il disallineamento tra progetti Horizon e strategie regionali RIS3 può ostacolare l'implementazione, come evidenziano Calvo-Gallardo et al. (2022). Questo rischio è particolarmente alto nelle aree in transizione industriale o con bassa capacità di assorbimento, una condizione già evidenziata da Crescenzi & Giua (2020) come determinante per le performance nelle politiche di coesione.

Un contributo rilevante viene da Doussineau et al. (2021), che sottolineano come la mancanza di meccanismi operativi condivisi tra Horizon e i fondi strutturali sia uno dei principali ostacoli all'integrazione. Le sinergie osservate sono spesso episodiche, attivate attraverso policy learning informale o esperienze pregresse, e dipendono fortemente da condizioni endogene: personale qualificato, flessibilità amministrativa, policy maker esperti e capacità delle autorità regionali di gestire cicli procedurali differenti.

In assenza di incentivi espliciti e quadri regolativi integrati, le sinergie restano affidate a logiche ad hoc, favorendo le regioni con ecosistemi istituzionali maturi e lasciando indietro quelle più deboli. Si alimenta così una distribuzione asimmetrica dei benefici dell'innovazione europea.

Per realizzare sinergie efficaci, non bastano obiettivi strategici convergenti: servono dispositivi istituzionali flessibili e adattivi che facilitino la cooperazione tra livelli di governo, la condivisione di informazioni, la co-progettazione dei bandi e l'integrazione dei cicli di programmazione.

In quest'ottica, la creazione di quadri comuni di governance adattiva, capaci di connettere la logica competitiva di Horizon con quella redistributiva e place-based della Politica di Coesione, rappresenta una priorità.

Affrontare la frammentazione attuativa richiede dunque regole più strutturate e meccanismi coordinati, in grado di sostenere una cooperazione efficace tra strumenti e attori chiave dell'innovazione europea.

Tali quadri dovrebbero includere strumenti di coordinamento formale tra le Autorità di Gestione della Politica di Coesione e i National Contact Points dei Programmi Quadro³⁴, modelli replicabili di sinergia ex ante ed ex post, e meccanismi valutativi che incentivino la cooperazione piuttosto che la competizione tra strumenti. Secondo la letteratura, è solo attraverso innovazioni istituzionali di questo tipo che si può superare l'attuale frammentazione e costruire politiche di innovazione realmente inclusive, capaci di conciliare l'eccellenza scientifica con le esigenze di coesione territoriale.

Un'ulteriore criticità evidenziata dalla letteratura riguarda l'assenza di metriche armonizzate per valutare l'eco-innovazione a livello territoriale. Indicatori come i brevetti green (Y02/Y04S) misurano gli output tecnologici codificati ma risultano insufficienti per cogliere la complessità dell'eco-innovazione, che include anche aspetti organizzativi, sociali e non codificati. La carenza di dati integrati sui progetti, sulle reti collaborative e sugli impatti di lungo termine limita la possibilità di attuare una governance *evidence-based* realmente orientata all'impatto.

Un altro limite è la debole esplorazione delle dinamiche multilivello: molti studi si concentrano su singoli livelli (regionale, nazionale o europeo), trascurando le interazioni tra questi. Ochoa & Arranz (2023) mostrano come le città spagnole dotate di solide reti collaborative abbiano maggiori probabilità di partecipare a iniziative UE avanzate, come la Missione per le Città Neutrali, grazie a una governance verticale e orizzontale ben integrata. Analogamente, Peiffer-Smadja et al. (2023) confermano che ecosistemi regionali forti rafforzano la partecipazione ai Programmi Quadro, suggerendo la necessità di connettere strategie top-down e bottom-up.

Da qui emerge l'urgenza di sviluppare quadri di valutazione integrati e multilivello (Ochoa & Arranz, 2023; Peiffer-Smadja et al., 2023), capaci di misurare non solo i risultati dei singoli progetti ma anche gli effetti sistemici delle politiche su territori e reti.

³⁴ Le Autorità di Gestione (*Managing Authorities*) sono enti designati a livello nazionale o regionale responsabili dell'attuazione dei programmi della Politica di Coesione, compresi pianificazione, selezione dei progetti, monitoraggio e rendicontazione. I *National Contact Points* (NCPs) sono invece strutture nazionali incaricate di supportare i partecipanti ai programmi quadro dell'UE per la ricerca e l'innovazione, come Horizon 2020, offrendo assistenza tecnica, orientamento sui bandi e facilitazione della partecipazione ai partenariati europei.

Il disallineamento tra RIS3 e progetti Horizon, segnalato da Calvo-Gallardo et al. (2022), evidenzia quanto sia cruciale rafforzare le capacità istituzionali locali. Crescenzi & Giua (2020) confermano che le regioni con amministrazioni deboli ottengono performance inferiori, richiedendo quindi investimenti in formazione e assistenza tecnica.

Anche Lalanne & Meyer (2024) riconoscono i benefici derivanti dalla partecipazione combinata a Horizon e Interreg Europe ma lamentano la mancanza di integrazione con strumenti regolatori come l'EU ETS. Per questo, propongono un approccio di governance più dinamico e adattivo, capace di leggere le interconnessioni tra strumenti e territori.

La Commissione Europea (2020) stessa ha riconosciuto i limiti strutturali che hanno ostacolato la sinergia tra Horizon e la Politica di Coesione nel periodo 2014 – 2020, nonostante i riferimenti nei regolamenti. Il report segnala barriere sistemiche e operative: assenza di linee guida comuni, disallineamento dei tempi procedurali, mancanza di interoperabilità tra i sistemi informativi e una cultura sinergica ancora debole tra le istituzioni coinvolte. Le sinergie efficaci sono emerse solo in contesti istituzionali maturi, con policy entrepreneur capaci di navigare nella complessità amministrativa europea.

Per superare questi ostacoli, la Commissione raccomanda: template comuni, helpdesk integrati, piani di sinergia ex ante nei Programmi Operativi e investimenti nella formazione congiunta dei funzionari. Centrale è anche lo sviluppo di infrastrutture digitali interoperabili, insieme alla sperimentazione di modelli di governance adattiva, capaci di connettere logiche top-down e bottom-up in chiave place-based.

Quindi sebbene la letteratura offra una base analitica solida per comprendere il ruolo delle politiche europee nell'eco-innovazione, persiste una mancanza di approcci integrati e multilivello. Come indicano Calvo-Gallardo et al. (2022), Crescenzi & Giua (2020), Lalanne & Meyer (2024), Ochoa & Arranz (2023) e Peiffer-Smadja et al. (2023), è urgente evolvere verso modelli di governance più contestuali, adattivi e orientati all'impatto, in grado di sostenere la transizione verde attraverso sinergie strutturate tra strumenti, attori e territori.

<i>Studi</i>	<i>Domanda di ricerca</i>	<i>Principali risultati</i>
Doussineau et al. (2021)	Come si possono integrare strategicamente Horizon e la Politica di Coesione? Cosa ostacola la piena integrazione tra Horizon 2020 e Politica di Coesione?	Due meccanismi principali: rafforzare prima le capacità locali (sequenziamento) e poi valorizzare i risultati Horizon con altri fondi (combinazione). Le sinergie, però, sono ancora sporadiche e legate a figure chiave. Servono più flessibilità istituzionale e incentivi espliciti per cooperare.
Lalanne & Meyer (2024)	Esistono sinergie tra Horizon 2020 e programmi Interreg Europe?	Partecipazione congiunta è legata a migliori risultati brevettuali; le regioni centrali nei network sono più innovative
Peiffer–Smadja et al. (2023)	Qual è l’impatto della qualità istituzionale e della capacità amministrativa sulla partecipazione ai bandi Horizon 2020?	Qualità istituzionale importante per le regioni moderate; capitale umano e intensità di R&D rilevanti per regioni avanzate; qualità delle pubblicazioni e dei brevetti fattori chiave
Scotti et al. (2025)	Il policy mix tra ETS, Horizon e FESR migliora l’eco-innovazione?	Il mix migliora eco-brevetti e riduce le emissioni, ma funziona solo con ecosistemi locali capaci di integrare strumenti diversi.
Ochoa & Arranz (2023)	Come influiscono le reti collaborative urbane Horizon 2020 e altri strumenti europei sulla capacità di attrarre finanziamenti e promuovere la decarbonizzazione urbana?	Le città con reti urbane inclusive integrano meglio Horizon, LIFE e FESR, accelerando la transizione climatica locale.
Commissione Europea (2020)	Quali raccomandazioni operative per rafforzare le sinergie tra strumenti UE?	Serve interoperabilità digitale, template comuni, formazione condivisa e governance adattiva per superare la frammentazione istituzionale.

Capitolo 2 – Analisi empirica: effetti combinati di Horizon e Fondi di coesione sull’innovazione green

2.1 - Introduzione: Scopo e struttura

L’obiettivo di questa parte della tesi è presentare un’analisi empirica volta a verificare gli effetti combinati della partecipazione regionale ai programmi quadro europei (Horizon 2020) e dell’accesso ai fondi strutturali europei sulla capacità di generare innovazione sostenibile a livello regionale, misurata tramite indicatori di innovazione green come il numero di brevetti verdi depositati.

Nel dettaglio, il presente capitolo si articola nel seguente modo: dopo aver chiarito le domande di ricerca e il contributo specifico di questa tesi alla letteratura esistente, saranno descritti in maniera approfondita i dati impiegati, le fonti utilizzate e la metodologia econometrica adottata per l’analisi. Seguirà una sezione dedicata alle statistiche descrittive delle principali variabili utilizzate, con particolare attenzione alla loro evoluzione temporale e alla distribuzione geografica delle regioni europee (NUTS 2). Successivamente, verranno illustrati i risultati delle stime econometriche con discussione dettagliata sui coefficienti ottenuti e sulla loro interpretazione alla luce della letteratura teorica ed empirica presentata nel Capitolo 1. Infine, il capitolo si concluderà con una sintesi dei risultati principali, una riflessione sulla loro rilevanza per il dibattito scientifico, le implicazioni di policy e alcune considerazioni per futuri approfondimenti.

2.2 – Domande di ricerca e contributo della tesi

La rassegna della letteratura condotta nel Capitolo 1 ha evidenziato una significativa lacuna nello studio delle sinergie tra i due principali strumenti europei per la promozione dell’innovazione regionale: i fondi strutturali, con la loro logica redistributiva e territoriale (place-based), e i programmi competitivi come Horizon 2020, orientati all’eccellenza scientifica e tecnologica attraverso reti collaborative transnazionali.

Questa tesi intende contribuire a colmare tale gap, rispondendo alle seguenti domande di ricerca:

RQ1: “In che misura i fondi di Coesione contribuiscono a rafforzare (o attenuare) l’impatto della partecipazione ai programmi Horizon 2020 sulla capacità innovativa regionale, misurata attraverso la produzione di brevetti green?”

RQ2: “L’effetto combinato di partecipazione ai network Horizon e fondi di Coesione varia in funzione della capacità innovativa iniziale delle regioni NUTS2, favorendo in particolare le aree meno sviluppate o periferiche?”

H1: Le regioni che combinano una maggiore partecipazione ai network Horizon con significativi finanziamenti dai fondi di Coesione presentano una produzione di brevetti green più elevata rispetto a quelle che utilizzano solo uno dei due strumenti.

H2: L'effetto marginale dei fondi di Coesione è più rilevante nelle regioni con bassa capacità innovativa iniziale, mentre tende a mostrare rendimenti decrescenti nelle regioni già fortemente integrate nei network Horizon.

H3: L'interazione tra fondi di Coesione e partecipazione ai network Horizon non genera un effetto strettamente complementare: in regioni già avanzate l'aumento simultaneo di entrambe le leve mostra rendimenti marginali decrescenti.

Il presente contributo si inserisce nel solco dell'analisi proposta da Fabrizi, Fiorelli e Meliciani (2025), estendendone l'impianto empirico attraverso l'integrazione di una variabile relativa ai fondi strutturali europei. A partire dal modello originale che analizzava l'impatto della partecipazione alle reti di ricerca verde (Programmi FP6, FP7 e Horizon) sull'innovazione ambientale regionale analizzata attraverso il numero di brevetti verdi depositati (EPO)³⁵, questa ricerca introduce una nuova dimensione di policy, volta a cogliere l'effetto congiunto tra fondi competitivi e fondi strutturali. L'analisi si fonda su un dataset originale che combina dati regionali armonizzati sulla partecipazione ai programmi di ricerca come Horizon con l'allocazione territoriale dei fondi della Politica di Coesione (fonti: OpenCoesione e Kohesio)³⁶ e sulla produzione di brevetti ambientali (OECD REGPAT). Tale combinazione consente di stimare non solo gli effetti diretti dei singoli strumenti ma soprattutto di verificare empiricamente l'esistenza di eventuali complementarità tra politiche competitive e redistributive, rispondendo così a una domanda cruciale per la progettazione di politiche integrate a sostegno dell'innovazione sostenibile su scala regionale in Europa.

³⁵ I brevetti EPO (European Patent Office) e PCT (Patent Cooperation Treaty) differiscono principalmente per ambito geografico e finalità. I brevetti EPO sono rilasciati a livello europeo e riflettono una protezione effettivamente richiesta e attivata nei paesi membri, risultando quindi più indicativi della strategia innovativa sul mercato europeo. I brevetti PCT, invece, rappresentano una fase preliminare di deposito internazionale, senza garanzia di prosecuzione nei mercati nazionali. Per questo motivo, nell'analisi empirica si preferisce l'uso dei brevetti EPO, in quanto maggiormente rappresentativi dell'intenzione di commercializzazione e valorizzazione dell'innovazione nel contesto europeo (OCSE, 2009).

³⁶ La piattaforma [Kohesio](#), sviluppata dalla Commissione Europea, fornisce un accesso centralizzato e trasparente ai dati sui progetti finanziati dalla Politica di Coesione dell'UE nel periodo 2014–2020. Include informazioni dettagliate su beneficiari, localizzazione, ammontare del finanziamento, settore di intervento e obiettivi dei progetti, armonizzando i dati provenienti dalle autorità di gestione nazionali e regionali.

2.3 – Dati, fonti e costruzione del dataset

Dati e fonti

Partendo dal lavoro di Fabrizi, Fiorelli, Meliciani (2023), sono stati raccolti dati relativi al periodo 2014 – 2021 per 222 regioni europee a livello NUTS-2. Il dataset include le domande di brevetto ambientale individuali, utilizzate come proxy dell'innovazione green e le informazioni sui progetti di ricerca collaborativa finanziati nell'ambito dei Programmi Quadro europei (FPs), che rappresentano le reti di ricerca ambientale all'interno e tra le regioni. Inoltre, sono stati integrati dati dettagliati sui fondi strutturali europei erogati a livello regionale, rendendo possibile una valutazione congiunta degli strumenti di policy competitivi e redistributivi.

L'analisi empirica oggetto di questo studio si basa su un dataset costruito integrando dati provenienti da due principali fonti ufficiali della Commissione Europea, in particolare il database OECD REGPAT e la piattaforma Kohesio, gestita dalla *Directorate-General for Regional and Urban Policy*.

Il periodo di riferimento per l'analisi è stato delimitato agli anni 2014 – 2021, coerentemente con il ciclo di programmazione dei fondi strutturali europei. La dimensione territoriale dell'indagine ha riguardato le regioni europee classificate al livello NUTS-2³⁷, per un totale di 222 regioni, per le quali è stato possibile ottenere dati e informazioni complete.

Brevetti green nelle regioni UE

La variabile dipendente dell'analisi è rappresentata dal numero di brevetti verdi depositati in ciascuna regione, un indicatore ampiamente riconosciuto nella letteratura economica e dell'innovazione per misurare la capacità innovativa green a livello territoriale. Questi dati provengono dal database OECD REGPAT, che raccoglie le informazioni sui brevetti registrati presso l'European Patent Office (EPO).

La selezione delle tecnologie brevettate è stata effettuata seguendo lo schema "Y02/Y04S", che identifica tecnologie a basso impatto ambientale e sostenibili, focalizzate principalmente su energia, trasporti, gestione dei rifiuti e tecnologie di cattura dei gas serra. Favot et al. (2023)

³⁷ Il livello NUTS-2 (*Nomenclature of Territorial Units for Statistics*) è una suddivisione territoriale definita da Eurostat per fini statistici e di programmazione. Corrisponde, nella maggior parte dei casi, a regioni amministrative di medio livello (es. le regioni italiane), ed è comunemente utilizzato come unità di riferimento per l'allocazione e il monitoraggio dei fondi della Politica di Coesione dell'Unione Europea (Eurostat, 2021).

Tabella (1): Y02/Y04S schema codici (Favot et al., 2023)

Code	Description
Y02	Tecnologie o applicazioni per la mitigazione o l'adattamento ai cambiamenti climatici.
Y02A	Tecnologie per l'adattamento ai cambiamenti climatici-
Y02B	tecnologie per la mitigazione dei cambiamenti climatici relative agli edifici, ad esempio abitazioni, elettrodomestici o applicazioni finali correlate.
Y02C	Cattura, stoccaggio, sequestro o smaltimento dei gas a effetto serra.
Y02D	Tecnologie per la mitigazione dei cambiamenti climatici nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, ad es. tecnologie dell'informazione e della comunicazione che mirano a ridurre il proprio consumo di energia.
Y02E	Reduction of greenhouse gas emissions, related to energy generation, transmission or distribution.
Y02P	Tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici nella produzione o nella lavorazione dei beni.
Y02T	Tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici legate ai trasporti.
Y02W	Tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici legate al trattamento delle acque reflue o alla gestione dei rifiuti.
Y04	Tecnologie dell'informazione o della comunicazione che hanno un impatto su altre aree tecnologiche.
Y04S	Sistemi che integrano tecnologie legate al funzionamento della rete elettrica, tecnologie della comunicazione o dell'informazione per migliorare la generazione, la trasmissione, la distribuzione, la gestione o l'utilizzo dell'energia elettrica, ad esempio le smart grids (reti intelligenti)

La prima variabile indipendente di interesse misura la partecipazione regionale ai network collaborativi per la transizione verde, costruita a partire dai dati sui progetti Horizon disponibili nel portale CORDIS dell'EU Open Data Portal. Sono stati selezionati esclusivamente i progetti afferenti ai programmi quadro europei (FP7 e Horizon 2020) con espliciti obiettivi ambientali, coerenti con le priorità tematiche della sostenibilità, dell'energia pulita, della protezione ambientale e della mitigazione del cambiamento climatico. Da questi dati sono stati ricavati indicatori della densità e della natura delle collaborazioni transnazionali, con un focus sul numero totale di legami collaborativi per regione (variabile LINKS). La variabile è stata ulteriormente disaggregata in INTRALINKS (collaborazioni all'interno della stessa regione) ed EXTRALINKS (collaborazioni con partner esterni alla regione). Questa distinzione consente di cogliere in modo più fine la struttura reticolare della partecipazione regionale, distinguendo tra intensità interna e apertura verso altre aree.

Tabella (2): Priorità tematica dei programmi di FP (Fabrizi, Fiorelli, Meliciani, 2023)

<i>Thematic priority</i>	<i>Description</i>
Horizon 2020 (2014-2020)	H2020-EU.3.2. - SOCIETAL CHALLENGES - Sicurezza alimentare, agricoltura e silvicoltura sostenibili, ricerca marina, marittima e delle acque interne e bioeconomia
	H2020-EU.3.3. - SOCIETAL CHALLENGES - Energia sicura, pulita ed efficiente
	H2020-EU.3.4. - SOCIETAL CHALLENGES - Trasporti intelligenti, ecologici e integrati
	H2020-EU.3.5. - SOCIETAL CHALLENGES - Azione per il clima, ambiente, efficienza delle risorse e materie prime

Fondi strutturali UE

La seconda variabile indipendente chiave riguarda l'ammontare dei finanziamenti ricevuti dalle regioni tramite la Politica di Coesione dell'UE, con particolare attenzione ai fondi strutturali orientati all'innovazione green. I dati sono stati estratti dalla piattaforma Kohesio, che raccoglie in maniera armonizzata informazioni aggiornate sui progetti cofinanziati dal FESR e dal Fondo di Coesione nel periodo 2014 – 2020. Sono stati selezionati i soli progetti coerenti con i seguenti obiettivi tematici definiti dal Regolamento UE n. 1303/2013:

L'attenzione è stata focalizzata sugli obiettivi tematici (OT) relativi all'innovazione verde:

<i>Thematic Objective ID</i>	<i>Description</i>
TO04	Economia a basse emissioni di carbonio
TO05	Adattamento ai cambiamenti climatici e prevenzione dei rischi
TO06	Protezione dell'ambiente ed efficienza delle risorse

I dati includono, per ciascun progetto, il valore del finanziamento, la durata, la regione NUTS2 di destinazione e il fondo UE utilizzato. L'ammontare dei fondi è stato distribuito in modo proporzionale tra gli anni di esecuzione del progetto, o interamente attribuito al primo anno nel caso di progetti ancora in corso, permettendo così di costruire una misura annuale della dotazione di fondi strutturali per ciascuna regione.

Variabili di controllo

Infine, tre variabili di controllo sono state incluse nell'analisi per tener conto delle caratteristiche socioeconomiche regionali che potrebbero influenzare la capacità innovativa green:

- *Spesa in Ricerca e Sviluppo (RD)*: incidenza percentuale della spesa in R&D sul PIL regionale, indicatore classico di input tecnologico.
- *Popolazione (POP)*: numero di abitanti della regione, in migliaia, che controlla per l'effetto dimensionale.
- *Istruzione terziaria (EDU)*: percentuale della popolazione con un livello di istruzione terziaria, come proxy del capitale umano qualificato disponibile.

Tabella (3): Descrizione delle variabili e fonti

<i>Variabile</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Fonte</i>
PAT	Numero totale di domande di brevetto ambientale	OECD REGPAT database; (Fabrizi, Fiorelli, Meliciani 2023)
LINKS	Numero totale di collaborazioni regionali (interne ed esterne) con altre regioni	EU OPEN DATA PORTAL; (Fabrizi, Fiorelli, Meliciani 2023)
INTRALINKS	Numero totale di collaborazioni interne alla regione	EU OPEN DATA PORTAL; (Fabrizi, Fiorelli, Meliciani 2023)
EXTRALINKS	Numero totale di collaborazioni interregionali (esterne alla regione)	EU OPEN DATA PORTAL (Fabrizi, Fiorelli, Meliciani 2023)
STRUCTURAL FUND	Ammontare totale dei fondi strutturali UE (FESR e Fondo di Coesione) allocati a obiettivi green (TO04–TO06)	Piattaforma Kohesio (Elaborazione propria da dati Commissione Europea)
RD	Spesa in R&S in rapporto al PIL	Database regionale Eurostat
EDU	Percentuale della popolazione con istruzione terziaria sul totale	Database regionale Eurostat
POP	Popolazione in migliaia di abitanti	Database regionale Eurostat

2.4 – Metodologia econometrica

Costruzione del modello econometrico

L'analisi empirica, che segue il modello proposto da Fabrizi, Fiorelli, Meliciani (2025), estendendola attraverso l'inclusione dei fondi strutturali e della loro interazione con le reti di ricerca, si basa su modelli econometrici panel³⁸, applicati a un dataset non bilanciato³⁹ che copre 222 regioni europee di livello NUTS-2 nel periodo 2014 – 2021. L'utilizzo di modelli panel consente di sfruttare congiuntamente la variazione spaziale e temporale dei dati, migliorando l'identificazione causale e la robustezza delle stime rispetto ai bias da eterogeneità non osservata⁴⁰.

L'obiettivo è stimare l'associazione tra partecipazione regionale alle reti collaborative europee e intensità dei Fondi strutturali a finalità green, valutando se e in che misura tali strumenti presentino effetti complementari sulla performance di eco-innovazione delle regioni europee NUTS-2. Per ridurre i bias dovuti a eterogeneità non osservata ma tempo-invariante a livello regionale (specializzazioni produttive, qualità istituzionale, capitale relazionale ereditato, ecc.) e a shock comuni nel tempo, adottiamo un modello a effetti fissi (within estimator) con effetti fissi di regione ed effetti fissi di anno. Gli errori standard sono cluster-robust a livello NUTS-2⁴¹, così da rendere l'inferenza più affidabile in presenza di eteroschedasticità e autocorrelazione seriale intra-regione. (Cameron & Miller, 2015).

Per indagare l'effetto congiunto tra strumenti di policy competitivi (network Horizon) e redistributivi (fondi strutturali UE), il modello incorpora un termine di interazione tra la partecipazione ai progetti Horizon e l'ammontare dei fondi strutturali destinati ad obiettivi green.

³⁸ I modelli panel (o modelli a dati longitudinali) analizzano dati osservati su più unità (es. regioni) nel tempo, consentendo di controllare simultaneamente per effetti temporali e individuali.

³⁹ Un dataset panel è detto non bilanciato quando non tutte le unità (es. regioni) sono osservate in tutti gli anni del periodo considerato

⁴⁰ L'eterogeneità non osservata si riferisce a caratteristiche strutturali delle unità (es. capitale sociale, istituzioni locali) che non sono direttamente misurate ma possono influenzare le variabili in studio.

⁴¹ L'utilizzo di errori standard cluster-robust a livello NUTS2 consente di ottenere stime di varianza corrette quando le osservazioni all'interno della stessa regione possono presentare eteroschedasticità o autocorrelazione seriale. In questo modo, l'inferenza statistica non si basa sull'assunzione di indipendenza perfetta tra tutte le unità, ma ammette la presenza di correlazioni intra-cluster, rendendo più affidabili i test di significatività dei coefficienti (Cameron & Miller, 2015).

La formulazione generale del modello stimato è la seguente:

La variabile dipendente è definita come il logaritmo naturale del numero di brevetti “green”, trasformata secondo la specificazione $\log(1+x)$ al fine di gestire in maniera appropriata le osservazioni con valore nullo.

$$y_{i,t} = \ln(1 + Pat_{it})$$

dove i indica la regione NUTS2 e t l'anno. I regressori di interesse sono: l'intensità relazionale, misurata come numero di link di rete collegati a progetti europei (Horizon) mappati in NUTS-2 e trasformati in $\ln(1 + LINKS_{i,t})$; i Fondi strutturali verdi (TO04 – TO06) trasformati in $\ln(1 + StructuralFund_{i,t})$

Il modello stimato si definisce come segue:

$$\ln(1 + Pat_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(1 + LINKS_{i,t}) + \beta_2 \ln(1 + StructuralFund_{i,t}) + \beta_3 (\ln(1 + LINKS_{i,t}) * \ln(1 + StructuralFund_{i,t})) + \beta_4 RD_{i,t} + \beta_5 EDU_{i,t} + \beta_6 POP_{i,t} + \theta_{m,t} + \tau_t + \mu_{i,t} \quad (1)$$

Gli altri elementi del modello sono:

- RD, EDU e POP sono variabili di controllo che indicano rispettivamente la spesa regionale in R&S (% PIL), il capitale umano (istruzione terziaria) e la dimensione demografica della regione (in migliaia di abitanti);
- $\theta_{i,t}$ rappresenta gli effetti fissi NUTS1 per anno, che consentono di controllare per caratteristiche macroregionali;
- τ_t gli effetti fissi di anno;
- $\mu_{i,t}$ è il termine di errore.

I coefficienti β_1 e β_2 misurano gli effetti diretti della partecipazione ai network e dei fondi strutturali sull'innovazione ambientale. Il coefficiente β_3 della variabile di interazione permette di verificare se la presenza di fondi strutturali rafforza o attenua l'effetto della partecipazione ai network Horizon sulla capacità brevettuale green.

La stima è stata effettuata mediante modelli a effetti fissi panel, con errori standard clusterizzati a livello regionale, così da tenere conto dell'eterogeneità non osservata tra regioni e correggere per la correlazione seriale intra-gruppo. Tale approccio garantisce maggiore robustezza statistica e affidabilità dei risultati.

Variante con legami intra-/extra-nazionali

Per distinguere la natura territoriale del capitale relazionale, stimiamo varianti della (1) sostituendo $\ln(1 + LINKS_{i,t})$ con le sue componenti intra-nazionali ed extra-nazionali:

$$\begin{aligned} \ln(1 + Pat_{i,t}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(1 + INTRALINKS_{i,t}) + \beta_1 \ln(1 + EXTRALINKS_{i,t}) + \beta_2 \ln(1 + StructuralFund_{i,t}) + \\ & \beta_3 (\ln(1 + INTRALINKS_{i,t}) * \ln(1 + StructuralFund_{i,t})) + \beta_3 (\ln(1 + EXTRALINKS_{i,t}) * \ln(1 + \\ & StructuralFund_{i,t})) + \beta_4 RD_{i,t} + \beta_5 EDU_{i,t} + \beta_6 POP_{i,t} + \theta_{m,t} + \tau_t + \mu_{i,t} \end{aligned} \quad (2)$$

Queste specifiche consentono di valutare se gli effetti congiunti con i Fondi siano trainati da legami domestici (prossimità istituzionale e cognitiva) o da legami transfrontalieri (eterogeneità di conoscenze, accesso a frontiere tecnologiche).

Eterogeneità per dotazione/posizionamento regionale

Per cogliere eventuali differenze nei rendimenti marginali degli input di policy al variare della capacità iniziale o della posizione geografica, introduciamo specifiche con interazioni con dummies:

- Regioni “lagging” vs “advanced” (sviluppo): interazioni dei regressori di interesse con la dummy *Lagging_i* e relativi effetti congiunti con i Fondi.
- Regioni “centrali” vs “periferiche” (geografia): interazioni analoghe con la dummy *Central_i*

Per verificare se le interazioni nel modello abbiano un significato complessivo, le variabili sono state testate in blocco attraverso verifiche di significatività congiunta. Questo consente di valutare non solo i singoli coefficienti ma l’effetto combinato delle variabili interattive nel loro insieme. Il confronto diretto tra le pendenze dei gruppi, invece, è stato effettuato utilizzando combinazioni lineari dei coefficienti stimati, così da misurare in modo esplicito le differenze tra categorie regionali. È importante sottolineare che, nelle specificazioni con effetti fissi macroregione×anno, introdotti per catturare shock comuni differenziati nello spazio, alcuni effetti marginali medi per gruppo non possono essere stimati, poiché risultano collineari con le variabili fisse. In questi casi, l’interpretazione si concentra sulle evidenze aggregate riportate nelle tabelle e nelle figure di sintesi illustrate nella successiva fase sezione dei risultati.

Dinamica e timing: regressioni con ritardo degli input

Per considerare i tempi di maturazione dell'eco-innovazione e mitigare preoccupazioni di causalità inversa (output: capacità di attrarre progetti/fondi), stimiamo una variante con regressori al primo ritardo:

$$\ln(1 + Pat_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(1 + LINKS_{i,t-1}) + \beta_2 \ln(1 + StructuralFund_{i,t-1}) + \beta_3 (\ln(1 + LINKS_{i,t-1}) * \ln(1 + StructuralFund_{i,t-1})) + \beta_4 RD_{i,t} + \beta_5 EDU_{i,t} + \beta_6 POP_{i,t} + \theta_{m,t} + \tau_t + \mu_{i,t} \quad (3)$$

Questa specifica riduce il numero di osservazioni utili (perdita del primo anno per regione) ma fornisce un controllo essenziale sul timing degli effetti. I risultati sono discussi nel paragrafo 2.6 e confrontati con la baseline.

Verifiche ausiliarie e appendice

Come verifica ausiliaria, stimiamo una versione a strumenti interni in GMM per pannelli dinamici, riportata in Appendice insieme ai test diagnostici (AR(2), Hansen) e al conteggio degli strumenti; questo esercizio serve unicamente a corroborare le conclusioni della regressione a effetti fissi.

2.5 – Statistiche descrittive

La presente sezione fornisce un inquadramento preliminare dell'analisi empirica attraverso l'esplorazione delle statistiche descrittive delle principali variabili impiegate nel modello econometrico. L'obiettivo è duplice: da un lato, offrire una visione sintetica ma dettagliata della distribuzione spaziale e temporale degli indicatori selezionati; dall'altro, evidenziare potenziali eterogeneità territoriali e dinamiche evolutive che possano orientare l'interpretazione dei risultati econometrici presentati successivamente.

In particolare, si inizierà dalla variabile dipendente, ovvero il numero di brevetti green (*green patents*) depositati presso l'European Patent Office (EPO), mappati secondo le categorie Y02 e Y04S dell'OECD REGPAT, che rappresentano un indicatore riconosciuto di output innovativo ambientale. Le analisi si focalizzeranno sull'evoluzione temporale del fenomeno nel periodo 2014 – 2021, sulla distribuzione geografica dei brevetti a livello NUTS-2 e sull'individuazione delle regioni con livelli particolarmente elevati o bassi di attività brevettuale green.

Successivamente, verranno esaminate le due variabili indipendenti principali:

- la partecipazione ai programmi Horizon 2020, misurata in termini di legami collaborativi (LINKS) e suddivisa tra collaborazioni interne (INTRALINKS) ed esterne (EXTRALINKS);
- l'ammontare dei fondi strutturali ambientali ricevuti (STRUCTURAL FUND), calcolato sulla base dei progetti classificati nei tre obiettivi tematici TO04, TO05 e TO06, in linea con il Regolamento UE n. 1303/2013.

Per entrambe le variabili sarà analizzata la distribuzione nei diversi anni e nelle varie regioni europee, evidenziando eventuali asimmetrie, concentrazioni o effetti di accumulazione nei territori con maggiore dotazione iniziale. Si presterà particolare attenzione alla presenza di regioni che ricevono fondi o partecipano a network ma non registrano corrispondenti output in termini brevettuali, indicando possibili inefficienze o disallineamenti tra input e risultati.

Infine, sarà presentata una sintesi delle principali variabili di controllo, spesa in ricerca e sviluppo, capitale umano e popolazione, al fine di delineare le differenze strutturali tra le regioni analizzate e a tenere conto dei principali fattori potenzialmente confondenti nel modello empirico.

L'intera sezione sarà accompagnata da tabelle riassuntive (valori medi, minimi, massimi, deviazioni standard) e rappresentazioni grafiche (mappe, serie storiche, scatterplot) che consentano una lettura visiva e immediata dei principali pattern.

Le evidenze descritte saranno riprese nella discussione finale come base interpretativa per comprendere meglio l'interazione tra i fondi strutturali, le reti collaborative europee e la performance innovativa ambientale dei territori.

Brevetti green nelle regioni UE

La variabile dipendente dell'analisi empirica è rappresentata dal numero di *brevetti green* (PAT), ovvero le domande di brevetto ambientale registrate presso l'*European Patent Office* (EPO) e classificate, come sopra descritto, secondo i codici Y02 e Y04S dell'OCSE REGPAT. Tali codici coprono tecnologie per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico, con focus su settori come l'energia, i trasporti, l'edilizia sostenibile e la gestione dei rifiuti. La scelta di questo indicatore riflette una consolidata prassi nella letteratura sull'eco-innovazione, che riconosce nella brevettazione ambientale un proxy robusto della capacità innovativa green a livello territoriale⁴².

Tabella (4) Statistiche generali su tutto il periodo (2014 – 2021)

<i>Variabile</i>	<i>Obs</i>	<i>Media</i>	<i>Dev. Standard</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Patent_y	1803	25,36	47,03	1	499

Tabella (5) Statistiche annuali (2014 – 2021)

<i>Anno</i>	<i>Media</i>	<i>Dev. Standard</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
2014	29,07	52,01	1	445
2015	27,19	46,57	1	394
2016	27,74	47,87	1	343
2017	28,66	51,37	1	407
2018	29,22	53,74	1	452
2019	29,07	52,65	1	499
2020	19,52	34,46	1	273
2021	6,65	9,59	1	68

Nel periodo osservato (2014 – 2021), il dataset comprende 1.803 osservazioni, corrispondenti a regioni NUTS-2 in ciascun anno. La media complessiva dei brevetti green è pari a 25,36 per regione-anno, con una deviazione standard di 47,03, un valore minimo pari a 1 e un massimo che raggiunge 499 (Tabella “5”).

⁴² Cfr. Bello et al. (2023); Favot et al. (2023); Angelucci et al. (2018). Gli autori utilizzano i microdati OECD REGPAT e lo schema di classificazione Y02/Y04S dell'EPO come riferimento standard per misurare l'innovazione ambientale brevettabile, secondo una metodologia sviluppata in collaborazione con UNEP e ICTSD.

Questi valori segnalano un'elevata eterogeneità nella distribuzione dell'output brevettuale, suggerendo una forte concentrazione in alcune regioni europee ad alta intensità innovativa.

L'evoluzione temporale mostra una sostanziale stabilità tra il 2014 e il 2019, con una media compresa tra 27 e 29 brevetti per regione con una dispersione interregionale sempre molto elevata (deviazione standard oltre 50). A partire dal 2020 si osserva un calo marcato (media: 19,52), seguito da un crollo nel 2021 (media: 6,65), accompagnato da una forte contrazione della variabilità (deviazione standard: 9,59).

Questa riduzione non sembra riflettere un effettivo collasso dell'innovazione ambientale ma è plausibilmente legata a fattori contingenti:

1. Ritardi nella registrazione dei brevetti: i dati più recenti di EPO e REGPAT soffrono di un effetto di *time lag* tra il deposito della domanda e la pubblicazione, che può amplificare l'apparente crollo negli ultimi anni del periodo di osservazione (Eurostat, 2023).
2. Effetti della pandemia di COVID-19: nel 2020–2021 molte attività di R&S e procedure di deposito brevettuale hanno subito ritardi, con conseguenze temporanee sulla disponibilità di dati ufficiali (Peiffer–Smadja et al., 2023).
3. Concentrazione degli output in pochi hub: la riduzione della deviazione standard suggerisce che, a fine periodo, i brevetti osservati si distribuiscono in modo più uniforme ma su valori molto bassi, evidenziando una compressione dell'innovazione ambientale registrata a livello europeo.

Dunque, la riduzione nella produzione di brevetti green evidenziata dai dati 2021 deve essere interpretata con cautela, tenendo conto della latenza nella registrazione dei brevetti e del contesto straordinario della crisi pandemica, più che come una riduzione strutturale della capacità innovativa green europea.

Tabella (6) Top 10 regioni con il maggior numero medio di brevetti green

Codice_Nuts 2	Regioni	Patent_y
FR10	Île-de-France	357
DE21	Oberbayern	284
FRK2	Rhone-Alpes	225
DE11	Stuttgart	219
DK04	Midtjylland	149
DE25	Mittelfranken	132
DE12	Karlsruhe	125
NL41	Noord-Brabant	116
DE71	Darmstadt	110

Dal punto di vista spaziale, l'output brevettuale green si rivela altamente concentrato. Le Top 10 regioni NUTS2⁴³ per numero medio di brevetti nel periodo 2014 – 2021 appartengono prevalentemente a Germania, Francia e Paesi Bassi, a conferma di un vantaggio strutturale nelle tecnologie ambientali avanzate. In cima alla classifica si colloca Île-de-France (FR10) con una media annua di 357 brevetti green, seguita da regioni tedesche come Oberbayern (DE21, 284), Stuttgart (DE11, 219) e Mittelfranken (DE25, 132). Altri hub rilevanti sono Rhone-Alpes (FRK2), Midtjylland in Danimarca (DK04), e Noord-Brabant nei Paesi Bassi (NL41).

Queste regioni condividono caratteristiche strutturali favorevoli: elevata densità di capitale umano e cognitivo, una forte presenza di grandi imprese innovative e centri di ricerca, con una profonda integrazione nei network collaborativi europei. La letteratura evidenzia che un'elevata disponibilità di capitale umano e di competenze scientifico-tecnologiche rappresenta una condizione abilitante fondamentale per la generazione di innovazione ambientale (Fabrizi, Fiorelli, Meliciani 2023).

La presenza di grandi imprese e di un'infrastruttura scientifica avanzata (università, centri di ricerca, cluster tecnologici) rafforza ulteriormente la capacità delle regioni di tradurre input in output brevettuali, specie in settori complessi e ad alta intensità di conoscenza (Scotti, Flori, Crescenzi, 2025).

⁴³ L'individuazione e la denominazione delle regioni europee a livello NUTS2 si basa sulla classificazione ufficiale stabilita dal Regolamento Delegato (UE) 2023/674 della Commissione, che modifica gli allegati del Regolamento (CE) n. 1059/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'istituzione di una nomenclatura comune delle unità territoriali per la statistica (NUTS).

Inoltre, tali territori tendono a occupare posizioni centrali nelle reti collaborative europee (come Horizon 2020), beneficiando di vantaggi cumulativi in termini di accesso a risorse, circolazione della conoscenza e visibilità progettuale (Lallane, Meyer 2024). Tali effetti si inseriscono in un quadro evolutivo di tipo path-dependent, in cui la dotazione pregressa di asset cognitivi, infrastrutturali e relazionali alimenta meccanismi virtuosi di apprendimento cumulativo e consolidamento competitivo (Santoalha, Boschma 2020). La media dei brevetti in Île-de-France è infatti oltre 14 volte superiore alla media del campione, a riprova dell'esistenza di divari marcati e persistenti nella distribuzione territoriale dell'eco-innovazione.

Tale evidenza trova una chiara conferma nella mappa coropletica della distribuzione geografica dei brevetti green (Figura "1")⁴⁴, che evidenzia una marcata concentrazione spaziale delle attività brevettuali in un ristretto gruppo di regioni centro-settentrionali dell'Unione Europea. Le regioni colorate in blu scuro (oltre 400 brevetti medi annui nel periodo 2014 – 2021) rappresentano i principali poli di innovazione ambientale del continente, tra cui spiccano Île-de-France (FR10), Stoccarda (DE11), Darmstadt (DE71) e Oberbayern (DE21). Questi territori costituiscono un vero e proprio "cuore innovativo verde" europeo, contraddistinto da elevata densità tecnologica, capacità relazionale e accesso privilegiato a risorse strategiche.

Un secondo livello di regioni ad alta intensità brevettuale è rappresentato dalle aree colorate in blu medio (tra 151 e 400 brevetti), che si estendono in porzioni del Benelux, del nord Italia, della Svizzera, della Danimarca orientale, della Spagna settentrionale e della Finlandia meridionale, configurando un'area di innovazione verde ad alta prossimità funzionale rispetto al nucleo centrale.

Al contrario, la vasta maggioranza delle regioni europee si colloca nelle fasce inferiori: le regioni colorate in giallo (31 – 150 brevetti) o in azzurro chiaro (meno di 30 brevetti) evidenziano un coinvolgimento molto più contenuto nei processi di eco-innovazione tecnologica. Si tratta perlopiù di regioni dell'Europa orientale, del Mezzogiorno italiano, dei Balcani e di alcune aree della penisola iberica e dei Baltici, spesso caratterizzate da minori capacità istituzionali, scarsa densità industriale innovativa e una debole partecipazione ai programmi europei di R&I.

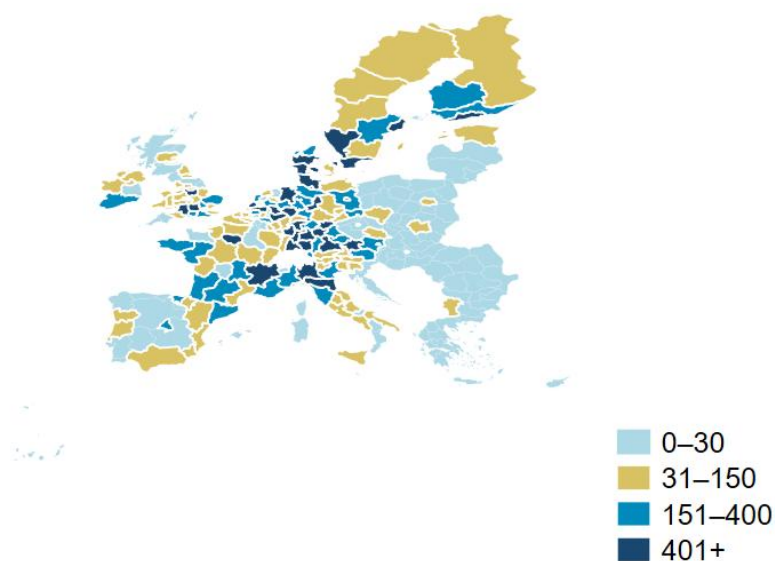
Questa rappresentazione visiva suggerisce l'esistenza di cluster regionali ad alta capacità di eco-innovazione, circondati da vasta periferia tecnologica a bassa intensità brevettuale, rafforzando l'ipotesi di una struttura gerarchica e cumulativa del processo di innovazione ambientale.

⁴⁴ La mappa coropletica è stata costruita a partire dai dati sul numero medio di brevetti green (codici Y02/Y04S dell'OECD REGPAT) registrati per ciascuna regione NUTS2 nel periodo 2014–2021. I valori medi sono stati calcolati in Stata mediante aggregazione (collapse) delle osservazioni panel e successivamente esportati in formato .csv. Il file risultante è stato unito a uno shapefile ufficiale Eurostat delle regioni NUTS2 (edizione 2021, scala 1:1M) tramite codice regione, e visualizzato in QGIS (versione 3.34) utilizzando una scala di colori suddivisa in quantili. L'uso di media su otto anni consente di attenuare la volatilità annuale e di restituire una rappresentazione più stabile dell'intensità brevettuale ambientale a livello territoriale.

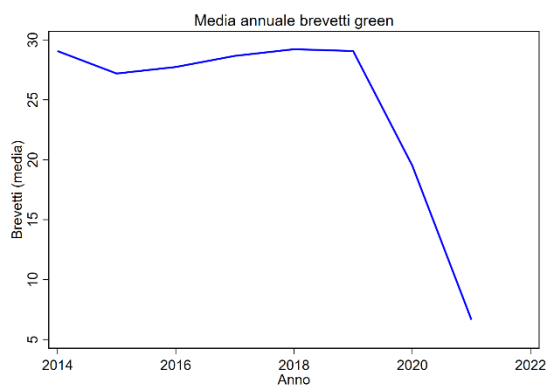
Le regioni più avanzate sembrano beneficiare di effetti moltiplicatori, capaci di consolidare i vantaggi acquisiti grazie a dotazioni preesistenti di capitale umano, infrastrutture scientifiche e capacità progettuale.

Sulla base di queste evidenze, risulta cruciale interrogarsi, nelle sezioni successive, sull'efficacia delle politiche pubbliche europee nel riequilibrare queste asimmetrie. In particolare, sarà oggetto di analisi se la partecipazione ai programmi Horizon e la dotazione di fondi strutturali green siano state in grado di sostenere la capacità innovativa delle regioni meno sviluppate, contribuendo ad ampliare la base territoriale della transizione verde in Europa.

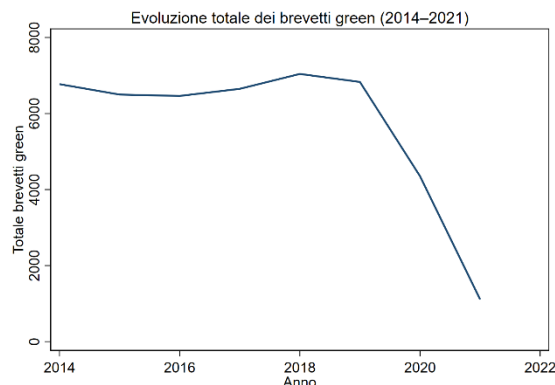
Figura (1) Distribuzione geografica Brevetti green - mappa coropletica per le regioni NUTS2



(Grafico 1 e 2) Line chart della media annuale e del totale dei brevetti green (livello europeo)

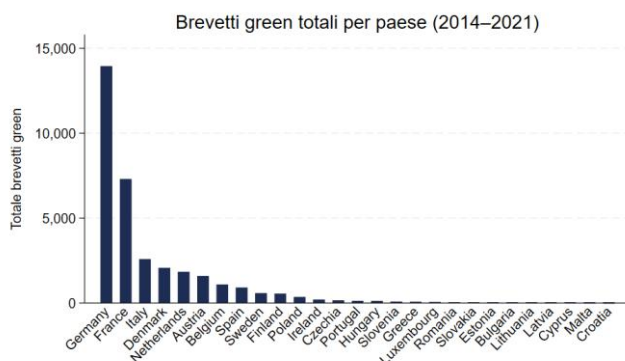


1

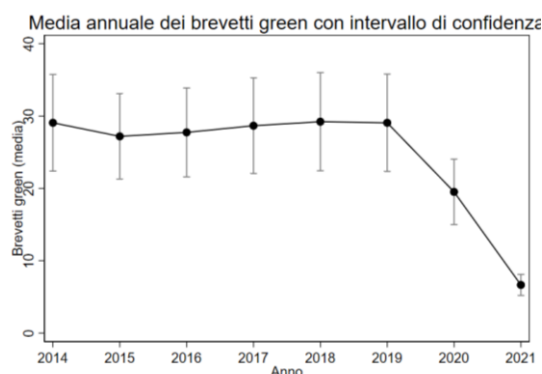


2

(Grafico 3 e 4) Distribuzione dei brevetti green per paese e intervallo di confidenza della media annuale (2014-2021)



3



4

L'andamento temporale della brevettazione green a livello NUTS-2 nel periodo 2014 – 2021 mostra una dinamica articolata, come illustrato in Grafico (1), che rappresenta la media annuale dei brevetti verdi per regione. Dopo un primo biennio di lieve flessione, il numero medio di brevetti cresce stabilmente fino al picco del 2018 – 2019 (quasi 29 brevetti per regione), per poi evidenziare un declino significativo nel 2020 e una contrazione ancora più marcata nel 2021 (media: 6,65).

Tuttavia, questo drastico calo deve essere interpretato con prudenza. Più che indicare un vero e proprio crollo dell'innovazione ambientale, esso riflette principalmente un ritardo intrinseco tra la data di priorità del brevetto e la pubblicazione ufficiale nei database (fino a 18–30 mesi o anche oltre)⁴⁵.

⁴⁵ I dati derivati da EPO/REGPAT sono noti per il ritardo tra la data di priorità (filing) e la loro pubblicazione nei database ufficiali, che può variare da 18 a 30 mesi (fino anche a 36 mesi in casi complessi). Questo comporta un effetto di incompletezza nei dati più recenti (*right-censoring*), che si applica soprattutto agli anni a ridosso della fine del periodo osservato (ad esempio 2020–2021) (Eurostat 2023; OCSE 2023).

Tale fenomeno, noto come *right-censoring*, combina il time lag fisiologico con i possibili ritardi operativi legati alla pandemia, determinando una sottostima temporanea dei brevetti nel biennio finale della serie.

Il grafico (2) conferma questo trend mostrando l'evoluzione del numero totale di brevetti green depositati a livello UE-27. Il totale annuo oscilla attorno ai 6.500 – 7.000 brevetti fino al 2019, anno in cui viene registrato il valore massimo. Il biennio successivo è caratterizzato da un crollo quantitativo che porta il totale dei brevetti sotto la soglia dei 2.000 nel 2021, a conferma di una flessione sistemica e non imputabile a singole regioni.

Il grafico (4), che riporta la media annuale con intervallo di confidenza al 95%, consente di verificare la significatività statistica delle variazioni osservate. Per il periodo 2014 – 2019, le medie si mantengono entro intervalli relativamente stabili ma a partire dal 2020 si osserva una riduzione sostanziale sia del valore medio sia della variabilità interregionale, con un intervallo molto più ristretto nel 2021. Questo fenomeno potrebbe essere interpretato come un segnale di compressione territoriale dell'innovazione, ovvero una riduzione del numero di regioni attive nei processi brevettuali green.

Infine, il grafico (3) offre una lettura comparativa a livello nazionale, presentando il totale dei brevetti green per paese nel periodo 2014 – 2021. La Germania domina nettamente la classifica, con oltre 15.000 brevetti ambientali, seguita da Francia, Italia e Danimarca, che rappresentano gli altri principali poli europei dell'eco-innovazione. I valori crollano rapidamente nei paesi successivi, con molti Stati membri dell'Europa orientale e mediterranea che totalizzano meno di 500 brevetti green nell'intero periodo. Questa distribuzione conferma una forte concentrazione geografica della capacità innovativa ambientale, coerente con la letteratura sulla path dependence e sugli effetti cumulativi nei sistemi regionali di innovazione.

Nel complesso, l'evidenza statistica e visiva raccolta in questa sezione sottolinea la persistenza di forti disuguaglianze territoriali nella produzione brevettuale green. I dati suggeriscono inoltre l'esistenza di uno shock sistemico recente (2020 – 2021), i cui effetti potenzialmente transitori dovranno essere monitorati in serie storiche future.

Tabella (7) Statistiche generali su tutto il periodo

<i>Variabile</i>	<i>Obs</i>	<i>Media</i>	<i>Dev. Standard</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
totlinks	1935	333,93	479,21	1	4264
intralinks	1935	23,27	40,42	1	444
extralinks	1935	310,66	440,27	0	3820

Tabella (8) Media, deviazione standard, min e max per anno

<i>totlinks</i>					<i>extralinks</i>				<i>intralinks</i>			
<i>Anno</i>	<i>media</i>	<i>d.s.</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>media</i>	<i>d.s.</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>media</i>	<i>d.s.</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
2014	74,05	84,68	5	548	4,97	6,31	1	44	69,08	78,82	4	504
2015	307,56	418,25	4	3085	23,16	36,96	1	323	284,39	382,30	3	2762
2016	421,07	614,30	1	4264	29,66	51,13	1	444	391,41	565,37	0	3820
2017	315,08	423,01	3	3214	23,86	38,88	1	365	291,21	385,23	2	2849
2018	331,05	436,07	6	3131	22,94	37,94	1	357	308,11	399,64	5	2774
2019	395,65	539,12	10	3599	25,28	42,66	1	386	370,36	498,36	9	3213
2020	385,78	520,53	9	3568	25,57	43,63	1	384	360,21	478,19	8	3184
2021	318,75	441,01	8	3027	22,06	37,64	1	314	296,68	404,26	7	2713

Tabella (9) Top 10 regioni con % intra / extra

<i>Codice_Nuts 2</i>	<i>Regione</i>	<i>totlinks</i>	<i>Intralinks %</i>	<i>Extralinks %</i>
FR10	Ile-de-France	3054	10,7	89,3
BE10	Région de Bruxelles-Capitale	2633	7,86	92,14
ES30	Comunidad de Madrid	2277	9,12	90,88
IT14	Lazio	2044	7,83	92,17
NL33	Zuid-Holland	1621	8,15	91,85
ES51	Cataluña	1605	9,21	90,79
EL30	Αττική	1504	8,56	91,44
DE21	Oberbayern	1487	7,17	92,83
AT13	Wien4	1464	6,86	93,14
DEA2	Köln	1343	7,04	92,96

La prima variabile indipendente dell'analisi empirica è rappresentata dalla partecipazione regionale ai programmi quadro europei per la ricerca e l'innovazione, misurata tramite il numero di legami collaborativi (links) in progetti Horizon 2020 con finalità ambientali. La struttura relazionale della collaborazione è disaggregata in:

- *totlinks*: numero totale di legami di progetto per regione,
- *intralinks*: collaborazioni interne alla stessa regione,
- *extralinks*: collaborazioni con partner situati in altre regioni.

Nel periodo 2014 – 2021, il dataset registra 1.935 osservazioni per ciascuna variabile.

Le statistiche generali mostrano una media complessiva pari a 333,9 legami per regione-anno, con un massimo di 4.264 e una deviazione standard elevata (479,2), segno di una marcata eterogeneità tra territori. Il dato medio di extralinks (310,7) è quasi 15 volte superiore a quello degli intralinks (23,3), a conferma della natura prevalentemente interregionale e transnazionale dei network Horizon (Tabella “7”).

L'evoluzione annuale del numero medio di link mostra un andamento crescente tra il 2014 (74) e il picco del 2019 (395), cui segue una lieve flessione negli anni 2020 – 2021, verosimilmente influenzata dal rallentamento dei bandi e delle attività di progetto durante la pandemia. Le extralinks dominano strutturalmente la configurazione collaborativa in ogni anno del periodo: il loro peso resta stabilmente sopra il 90% del totale, con valori medi che raggiungono 390 – 410 legami nei momenti di massima intensità progettuale. Al contrario, le intralinks si attestano su livelli medi molto più bassi (tra 3 e 25), indicando una bassa densità relazionale endogena nei sistemi regionali (Tabella “8”).

La classifica delle Top 10 regioni europee (Tabella “9”) per numero medio di totlinks evidenzia il ruolo centrale di alcune aree metropolitane e capitali dell'innovazione europea. In cima si colloca Île-de-France (FR10) con una media di 3.054 collaborazioni, seguita da Bruxelles-Capitale (BE10), Comunità di Madrid (ES30), Lazio (IT14) e Zuid-Holland (NL33). Tutte queste regioni partecipano a oltre 1.300 progetti in media, confermandosi come hub strategici nei network Horizon ambientali.

Un'ulteriore evidenza interessante emerge dall'analisi della composizione interna dei legami: la percentuale di extralinks si attesta tra l'89% e il 93% nelle prime 10 regioni classificate. In particolare, regioni come Zuid-Holland (NL33) e Wien (AT13) mostrano un orientamento fortemente *outward*, con oltre il 93% delle collaborazioni rivolte verso l'esterno.

Tale configurazione reticolare indica che le regioni più attive non sono solo più coinvolte ma anche più connesse a livello interregionale ed europeo, confermando la centralità della prossimità cognitiva e relazionale nella costruzione di reti collaborative ambientali.

Questa asimmetria, già osservata nei dati sui brevetti, si riflette anche nella struttura dei network. Le regioni centrali consolidano il proprio vantaggio attraverso una maggiore esposizione ai flussi di conoscenza, mentre molte regioni periferiche o a capacità amministrativa ridotta restano ai margini, con una bassa intensità partecipativa e un'integrazione limitata nei consorzi Horizon. Questo pattern sarà oggetto di ulteriore analisi nella sezione econometrica, per verificare se l'inclusione nei network Horizon contribuisca effettivamente alla generazione di output innovativi in chiave ambientale.

Grafico (5) Line chart: media annuale di totlinks, intralinks, extralinks

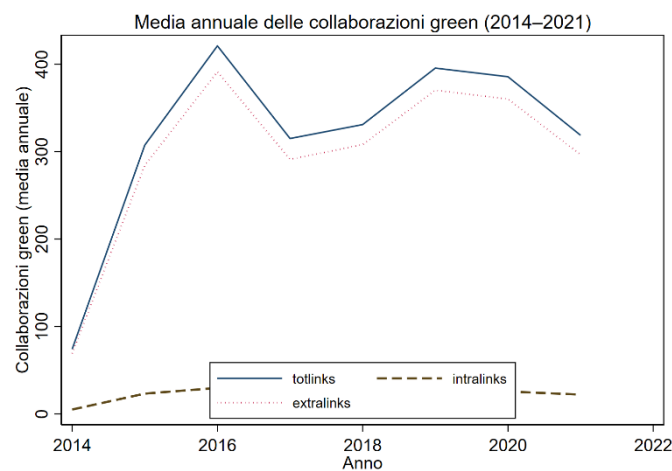
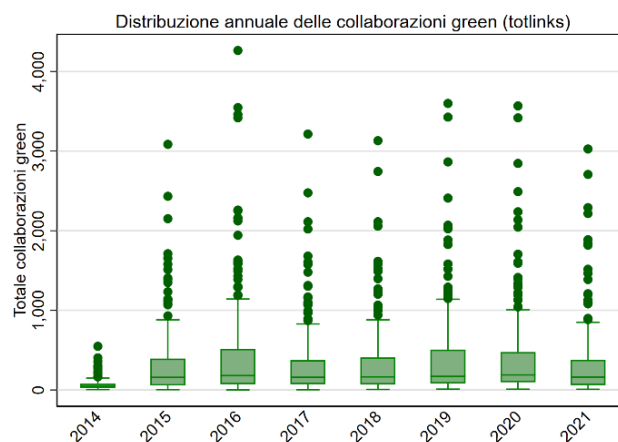


Grafico (6) Boxplot annuale di totlinks (varianza/distribuzione)



L'andamento della partecipazione regionale ai progetti Horizon con finalità ambientali è visualizzato nel grafico (5), che rappresenta la media annuale di totlinks, intralinks ed extralinks tra il 2014 e il 2021. Il grafico evidenzia un incremento molto rapido tra il 2014 e il 2016, con un picco nel 2016 (media totlinks: 421), seguito da una fase di stabilizzazione su valori elevati (circa 330 – 395 link) tra il 2017 e il 2020.

Solo nel 2021 si osserva un calo più marcato, in linea con quanto registrato anche nella produzione brevettuale, a testimonianza di un possibile rallentamento del ciclo di progettazione collaborativa legato alla crisi pandemica.

Dal confronto tra le tre curve emerge chiaramente la predominanza strutturale delle extralinks: esse costituiscono stabilmente oltre il 90% delle collaborazioni totali, con valori medi superiori a 300 legami per regione nei periodi di maggiore attività. Le intralinks, al contrario, si mantengono su livelli bassi e pressoché costanti lungo l'intero periodo, raramente superando la soglia dei 25 legami annuali. Questo gap netto tra componenti interne ed esterne del networking conferma ed evidenzia una forte propensione all'integrazione interregionale e transnazionale dei progetti ambientali europei, coerente con l'architettura stessa dei programmi Horizon.

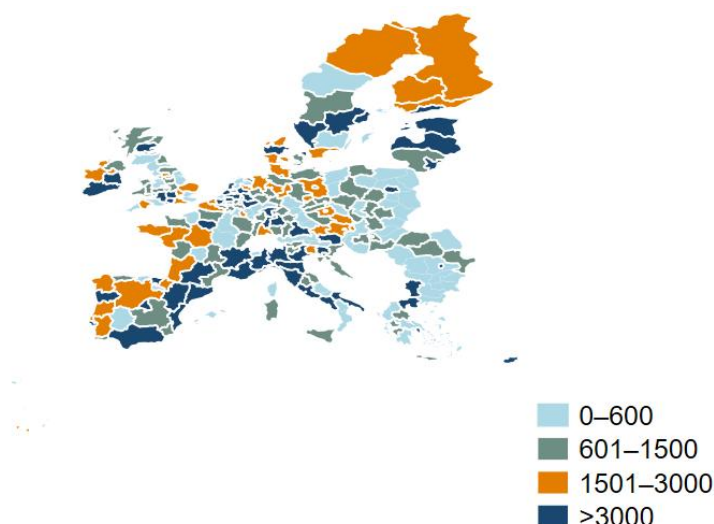
Dal punto di vista della dispersione territoriale, il grafico (6) presenta un boxplot annuale della variabile totlinks, con evidenza puntuale dei valori *outlier*⁴⁶. La distribuzione mostra una variabilità molto ampia tra le regioni in ogni anno, con un numero consistente di regioni al di sopra della soglia dei 2.000 legami totali a partire dal 2015. Gli outlier estremi superano i 3.000 – 4.000 link in più anni del periodo (2016, 2018, 2020), a conferma della presenza di hub collaborativi iperconnessi, capaci di attrarre e concentrare la partecipazione ai bandi Horizon green.

Il corpo della distribuzione appare invece relativamente stabile: la mediana annuale resta contenuta (attorno a 150–200 links), mentre il range interquartile suggerisce una forte polarizzazione partecipativa. In altre parole, pochi territori accumulano una quota rilevante delle collaborazioni ambientali europee, mentre la maggior parte delle regioni si colloca su livelli medio-bassi di interazione. Questo pattern, coerente con quanto già osservato per i brevetti green, suggerisce che la disuguaglianza strutturale nei sistemi regionali dell'innovazione ambientale si manifesta anche a livello relazionale, non solo in termini di output.

⁴⁶ Gli outlier rappresentano valori anomali o estremi che si discostano significativamente dalla distribuzione centrale dei dati. Nei boxplot, sono solitamente identificati come osservazioni che si collocano oltre 1,5 volte l'intervallo interquartile (IQR) sopra il terzo quartile o sotto il primo quartile. La loro presenza indica regioni con livelli eccezionalmente alti (o bassi) di partecipazione ai network collaborativi rispetto alla media del campione.

L'inclusione di questi dati rafforza ulteriormente la rilevanza delle domande di ricerca poste: comprendere se e come la partecipazione ai network Horizon si traduca in innovazione tangibile (brevetti) è cruciale per valutare l'efficacia trasformativa di tali programmi.

Figura (2) Mappa coropletica della partecipazione ai progetti Horizon green per regione NUTS2 (2014–2021)



La Figura 2 mostra la distribuzione geografica cumulata delle collaborazioni nei progetti Horizon focalizzati su tematiche green, aggregata a livello NUTS-2 per il periodo 2014 – 2021. La rappresentazione mette in luce una marcata polarizzazione spaziale, con alcune regioni che emergono come nodi centrali nei flussi collaborativi europei, mentre altre rimangono strutturalmente periferiche.

Le regioni colorate in blu scuro (oltre 3.000 collaborazioni) si concentrano prevalentemente nell'Europa centro-settentrionale, includendo territori come Île-de-France (FR10), Bruxelles-Capitale (BE10), Helsinki-Uusimaa in Finlandia (FI1B), alcune regioni della Spagna nord-occidentale e sud-occidentale, la Svezia meridionale e la Renania settentrionale-Vestfalia.

Tali regioni si configurano come veri e propri hub collaborativi nel campo dell'innovazione ambientale, in grado di attrarre progetti, coordinare partenariati e veicolare risorse europee.

Le regioni rappresentate in arancione (tra 1.501 e 3.000 collaborazioni) si collocano su un gradino intermedio, mantenendo una presenza significativa nei network Horizon pur senza raggiungere le soglie massime. Questo gruppo include aree della Scandinavia, della Lettonia, della Spagna centrale, di parte del Sud della Francia e dell'Europa orientale, a indicare che una partecipazione attiva ai programmi Horizon non è limitata esclusivamente alle regioni più avanzate ma può emergere anche in contesti con capacità progettuale crescente.

Le restanti regioni, colorate in verde (601–1.500 collaborazioni) e azzurro chiaro (fino a 600 collaborazioni), mostrano livelli di coinvolgimento più contenuti. È il caso, tra le altre, di ampie porzioni dell'Italia settentrionale e centrale, dei Balcani, della Grecia, della Romania e di parte dell'Europa baltica e danubiana, che risultano meno integrate nei flussi collaborativi green. In questi contesti, l'accesso ai progetti Horizon appare più sporadico e frammentato, a segnalare potenziali barriere sistemiche legate alla capacità amministrativa, al capitale relazionale o alla specializzazione scientifica.

Quindi, la mappa suggerisce che la centralità nei network Horizon green rappresenti una componente chiave del vantaggio competitivo territoriale, con forti effetti cumulativi: le regioni più connesse tendono ad attrarre ulteriori risorse, consolidando la propria posizione (Lalanne, Meyer 2024). Le regioni meno collegate, invece, rischiano di rimanere ai margini della transizione verde, a meno di un supporto mirato in termini di politiche di coesione, empowerment istituzionale e capacity building. (Peñalosa, Castaldi 2025)

Tabella (10) Statistiche sul campione totale e per anno

Variabile	Obs	media	Dev.Std.	min	max
Structural_Fund	1667	8.26e+07 ⁴⁷	1.55e+08	0	2.10e+09

1

Anno	Media	Dev. Std.	Minimo	Massimo
2014	2.06e+07	8.32e+07	5436.85	8.43e+08
2015	2.43e+07	4.95e+07	2053.8	4.78e+08
2016	4.26e+07	6.87e+07	24373.5	3.95e+08
2017	7.39e+07	1.24e+08	23399.29	1.06e+09
2018	9.66e+07	1.49e+08	149870.2	8.44e+08
2019	1.12e+08	1.73e+08	0	1.10e+09
2020	1.25e+08	1.95e+08	0	1.52e+09
2021	1.38e+08	2.26e+08	0	2.10e+09

2

Tabella (11 e 12) Top 10 regioni con maggiori e minori fondi ricevuti (media annua), con country associato

Regione	Structural_Fund (€)	Patent_y (media annuale)
R032	798,505,349.47	2.8
CZ01	681,311,965.54	4.7
PL22	525,428,884.30	4.1
PL63	504,166,555.46	4.2
PL91	442,777,425.12	7.5
ITF3	411,206,686.71	7.3
PL21	381,878,184.89	9.2
SK01	380,257,279.44	2.8
PL81	348,390,438.29	3
LV00	328,412,428.61	2.5

11

⁴⁷ I valori espressi nel formato x.xxe+yy (es. 8.26e+07) sono in notazione scientifica, comunemente utilizzata per rappresentare numeri molto grandi o molto piccoli.

Ad esempio, 8.26e+07 equivale a $8.26 \times 10^7 = 82,600,000$.

Il numero dopo la “e” indica quante posizioni spostare la virgola decimale verso destra (e+) o sinistra (e-).

<i>Regione</i>	<i>Structural_Fund (€)</i>	<i>Patent_y (media annuale)</i>
SE21	230,688.17	8.2
DK02	368,838.71	10.3
BE31	521,401.16	14.2
BE25	537,035.36	11
CY00	1,053,923.50	2.5
AT11	1,092,081.63	3.6
AT34	1,117,081.86	22.6
DK05	1,387,379.00	30.5
DK01	1,520,750.22	68.1
NL12	1,769,348.80	6.8

12

La seconda variabile indipendente, *Structural_Fund*, esprime per ciascuna regione NUTS-2 e per ciascun anno, la somma dei finanziamenti ricevuti nell'ambito del FESR e del Fondo di Coesione per progetti con finalità climatiche e ambientali, misurata in euro.

Sull'intero periodo 2014 – 2021, il campione conta 1.667 osservazioni, con un valore medio annuo per regione pari a circa 82,6 milioni di euro, ma con una deviazione standard elevatissima (155 milioni), segno di una fortissima eterogeneità tra regioni. Il valore massimo annuale registrato è di 2,1 miliardi di euro, mentre il minimo è pari a zero, indicando che alcune regioni non hanno ricevuto fondi ambientali in determinati anni.

L'evoluzione temporale (Tabella 10.1) mostra un progressivo incremento dell'ammontare medio di fondi assegnati: dai 20 – 40 milioni annui medi tra il 2014 e il 2016, si passa a oltre 120 milioni di euro nel biennio 2020 – 2021. Questo trend suggerisce una fase di accelerazione dell'attuazione finanziaria negli ultimi anni del ciclo di programmazione, coerente con i ritardi tipici nell'erogazione e rendicontazione dei fondi strutturali europei. La variabilità resta molto ampia in ogni anno: nel 2021, ad esempio, la deviazione standard supera i 226 milioni, con assegnazioni che vanno da 0 a oltre 2,1 miliardi.

Dal punto di vista territoriale (Tabella 11), le regioni che ricevono i maggiori fondi strutturali ambientali appartengono prevalentemente all'Europa orientale e centro-orientale. In cima alla classifica si colloca RO32 (Bucarest-Ilfov, Romania) con quasi 80 milioni di euro medi annui, seguita da diverse regioni polacche (PL22, PL63, PL91, PL81), della Repubblica Ceca (CZ01), della Slovacchia (SK01) e della Lettonia (LV00). Tuttavia, molte di queste regioni mostrano un output brevettuale green molto contenuto, spesso inferiore a 5 brevetti/anno, segnalando un potenziale disallineamento tra input finanziario e capacità innovativa.

Al contrario, nella classifica delle regioni con minor dotazione ambientale (Tabella 12) spiccano alcuni casi emblematici. La regione con il valore più basso è SE21 (Stoccolma), con soli 230.688 euro medi annui, pur registrando una media di oltre 8 brevetti verdi/anno. Similmente, BE31 (Provincia del Brabante Vallone) riceve poco più di 500.000 euro/anno, ma mostra una produzione brevettuale ambientale tra le più alte d'Europa (oltre 14 brevetti/anno). Altri esempi includono AT34 (Vorarlberg) e DK05 (Nordjylland), dove l'intensità brevettuale è molto elevata, a fronte di fondi ambientali piuttosto limitati.

Questa disconnessione tra input e output, già osservata in letteratura, suggerisce che la capacità di trasformare le risorse pubbliche in innovazione ambientale non è omogenea ma dipende fortemente da fattori strutturali e istituzionali, come il capitale umano, la qualità della governance, la presenza di reti collaborative e la dotazione di infrastrutture scientifiche (Crescenzi & Giua 2020; Fabrizi, Fiorelli & Meliciani 2025; Peiffer–Smadja et al. 2023).

Grafico (7) Media annuale dei fondi strutturali green ricevuti a livello europeo (2014–2021)

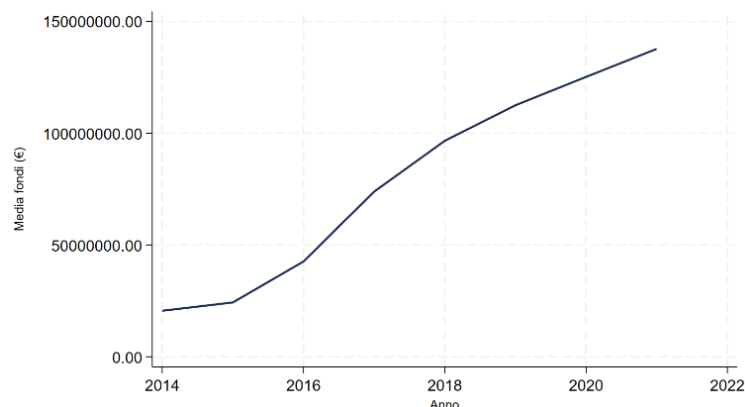
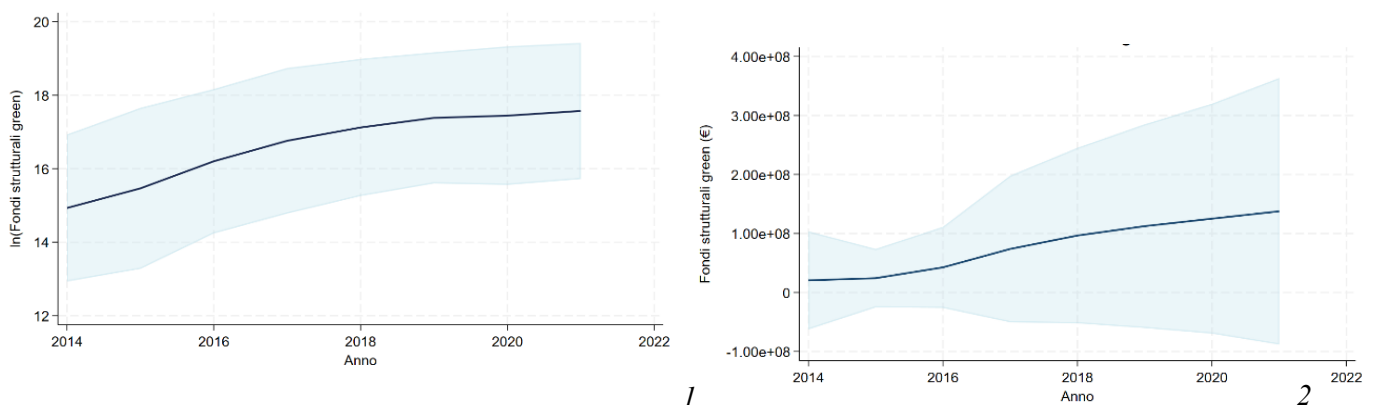


Grafico (8) Andamento della media annuale dei fondi strutturali green con deviazione standard (2014–2021) – valori logaritmici e assoluti



L'andamento temporale dei fondi strutturali a finalità ambientale conferma la dinamica di progressivo rafforzamento dell'impegno finanziario europeo verso la transizione verde, già osservata nella descrizione tabellare. Come mostrato dal grafico (7), la media annuale dei fondi green ricevuti dalle regioni europee passa da circa 20 milioni di euro nel 2014 a oltre 135 milioni nel 2021, con un'accelerazione particolarmente evidente a partire dal 2016. Questo trend riflette l'attuazione piena della programmazione 2014 – 2020, che ha visto la spesa ambientale intensificarsi negli anni centrali e finali del ciclo, anche in risposta alle pressioni del Green Deal europeo e ai meccanismi di condizionalità climatica introdotti nella regolamentazione della Politica di Coesione (Commissione Europea 2022⁴⁸; Greco & Germani 2022).

Tali meccanismi hanno previsto quote minime vincolanti per la spesa ambientale (earmarking) e una maggiore integrazione degli obiettivi climatici nei cicli di programmazione, selezione e monitoraggio dei progetti cofinanziati (Scotti, Flori & Crescenzi 2025).

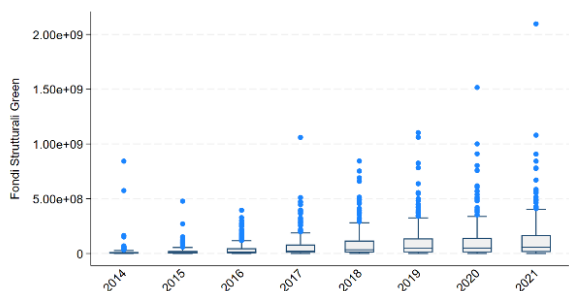
Il grafico (8.1) presenta la stessa evoluzione in scala logaritmica (ln), evidenziando la crescita monotona della media annuale dei fondi strutturali ambientali, con un incremento costante dell'ordine di un punto logaritmico tra il 2014 e il 2021. L'intervallo di deviazione standard ($\pm$ SD), rappresentato in azzurro, appare ampiamente asimmetrico e crescente, a testimonianza di un aumento progressivo della varianza tra regioni: alcune regioni ricevono volumi di fondi molto elevati, mentre altre continuano a essere poco coinvolte.

Tale eterogeneità si osserva anche nel grafico (8.2), che riporta l'andamento della media dei fondi ambientali in valori assoluti, con intervallo $\pm$ SD. Mentre la media cresce linearmente, l'intervallo si allarga in modo marcato a partire dal 2017, indicando che il processo di erogazione dei fondi green non solo aumenta in volume, ma si concentra maggiormente in alcune regioni rispetto ad altre.

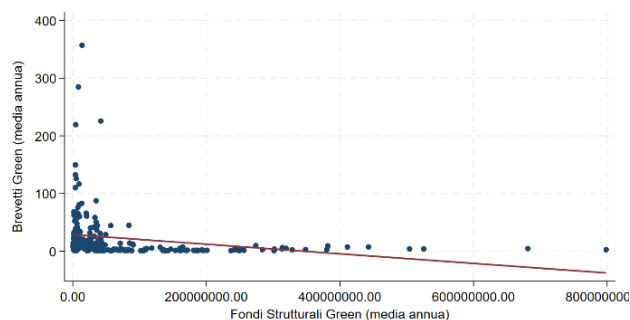
Questo elemento introduce un potenziale problema di efficienza allocativa e di equità territoriale, che sarà approfondito nella successiva analisi della concentrazione mediante indice di Gini.

⁴⁸ Commissione Europea (2022). *9ª Relazione sulla Coesione*. Bruxelles.

Grafico (9 e 10) Boxplot: distribuzione annuale dei fondi per regione; Scatterplot – Fondi vs Brevetti Green (Input/Output)



9



10

La forte eterogeneità nell'allocazione dei fondi strutturali a finalità ambientale emerge con chiarezza nel grafico (9), che rappresenta la distribuzione annuale dei fondi per regione tramite boxplot con evidenziazione degli *outlier*. In ogni anno, la mediana dei fondi rimane sensibilmente inferiore alla media, mentre il range interquartile è relativamente contenuto. Tuttavia, un numero consistente di regioni si colloca molto al di sopra dei valori centrali, con outlier che superano sistematicamente il mezzo miliardo di euro annuo, e in alcuni casi, come nel 2021, oltrepassano i 2 miliardi.

Questa dinamica conferma la presenza di una forte concentrazione dei finanziamenti ambientali in un ristretto gruppo di regioni, soprattutto nell'Europa orientale. L'accresciuta dispersione negli ultimi anni del periodo suggerisce che, pur aumentando il volume complessivo di risorse green, il processo di allocazione non si è accompagnato a un riequilibrio territoriale significativo. Tali evidenze saranno ulteriormente confermate, nella sezione successiva, dall'analisi dell'indice di Gini, impiegato per quantificare il livello di disuguaglianza nella distribuzione dei fondi.

Ancora più rilevante, in ottica valutativa, è la relazione tra input finanziari (fondi strutturali green) e output tecnologici (brevetti ambientali), rappresentata nello scatterplot del grafico (10). Questa rappresentazione mette in relazione il valore medio annuo di fondi ricevuti da ciascuna regione (asse x) con il numero medio di brevetti green (asse y), evidenziando un pattern fortemente polarizzato: la stragrande maggioranza delle regioni si concentra nella fascia bassa di entrambe le variabili, mentre le regioni con alta intensità brevettuale ricevono in media volumi di fondi modesti.

La linea di regressione OLS mostra addirittura una lieve pendenza negativa, suggerendo che, su tutto il campione, non vi sia una relazione lineare positiva tra fondi ricevuti e output brevettuale ambientale. Questa evidenza preliminare solleva interrogativi importanti sull'efficacia dei fondi strutturali nel generare innovazione green misurabile, e rimanda alla necessità di considerare variabili latenti, quali la capacità istituzionale, il capitale umano, la densità delle reti collaborative o la base tecnologica preesistente.

I dati, quindi, stanno confermando che l'allocazione dei fondi strutturali ambientali è fortemente asimmetrica e che la relazione tra risorse ricevute e innovazione prodotta non è diretta né automatica. Tali considerazioni rafforzano la rilevanza dell'analisi econometrica condotta nel capitolo successivo, volta a indagare se, e in quali condizioni, i fondi strutturali riescano effettivamente a potenziare la capacità brevettuale green delle regioni europee, e se interagiscano con altri strumenti, come Horizon 2020, in modo complementare o ridondante.

Tabella (12) Distribuzione dei Fondi Strutturali e Misure di Disuguaglianza: Indicatori Percentili, Entropici e di Avversione alla Disuguaglianza

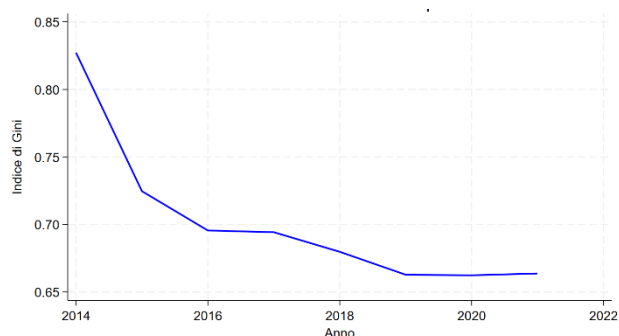
<i>Percentile Ratio</i>	<i>Valore</i>
p90/p10	97.08
p90/p50	7.54
p10/p50	0.08
p75/p25	12.42

<i>Indice</i>	<i>Valore</i>
GE (-1)	5.73
GE (0)	1.12
GE (1)	0.80
GE (2)	1.14
Gini	0.66

<i>Indice</i>	<i>Valore</i>
A (0.5)	0.34
A (1)	0.67
A (2)	0.92

Tabella (13) Gini per ciascun anno (serie temporale) Grafico (11) della serie dell'indice di Gini nel tempo

Anno	Indice di Gini
2014	0,827
2015	0,724
2016	0,695
2017	0,694
2018	0,679
2019	0,662
2020	0,662
2021	0,663



Un'ulteriore conferma della forte disuguaglianza nella distribuzione dei fondi strutturali green emerge dall'analisi degli indicatori di concentrazione, in particolare l'indice di Gini⁴⁹, i rapporti percentili⁵⁰ e gli indici generalizzati di entropia⁵¹.

Il Gini complessivo, calcolato sulla media annua dei fondi per regione, risulta pari a 0,662, un valore elevato che indica una distribuzione fortemente asimmetrica. A supporto di questa evidenza, il rapporto p90/p10, che confronta la regione al 90° percentile con quella al 10°, raggiunge 97,08, mentre il p90/p50 è pari a 7,54, suggerendo che anche rispetto alla mediana esiste una fortissima sperequazione. In altre parole, le regioni più finanziate ricevono quasi cento volte più risorse ambientali rispetto a quelle meno finanziate.

Gli indici generalizzati di entropia (GE), che offrono una lettura più flessibile della disuguaglianza variando la sensibilità ai diversi estremi della distribuzione, confermano la disuguaglianza strutturale:

- GE (0): 1,115
- GE (1): 0,798
- GE (2): 1,142

⁴⁹ Indice di Gini: misura la disuguaglianza di una distribuzione su una scala da 0 (perfetta uguaglianza) a 1 (massima disuguaglianza).

⁵⁰ Rapporti percentili: confrontano il valore ricevuto da chi si colloca a determinati punti della distribuzione (es. 90° percentile) rispetto ad altri (es. 10° o 50° percentile), utili per visualizzare la distanza tra le fasce più e meno favorite.

⁵¹ Indici di entropia generalizzata (GE): famiglia di indicatori di disuguaglianza che variano la sensibilità agli estremi della distribuzione in base al parametro α : GE (0) è più sensibile alla parte bassa, GE (2) a quella alta, GE (1) è una media logaritmica (Theil Index).

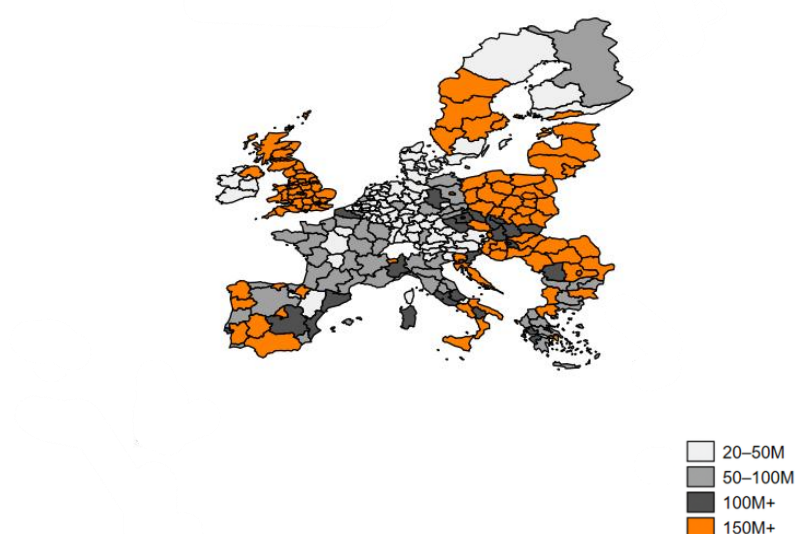
Anche l'indice di Atkinson⁵², particolarmente utile per valutare l'ineguaglianza in funzione di una "avversione" parametrica alla disuguaglianza, segnala valori elevati (da 0,38 con $\epsilon = 0.5$ fino a 0,92 con $\epsilon = 2$), indicando che la redistribuzione necessaria per raggiungere equità sostanziale sarebbe estremamente elevata.

A livello dinamico, il grafico (11), mostra l'evoluzione dell'indice di Gini per anno, evidenziando una tendenza alla riduzione della disuguaglianza nella fase centrale del periodo osservato, con un calo netto tra il 2014 (Gini: 0,827) e il 2019 (Gini: 0,662). Tuttavia, il dato si stabilizza su livelli ancora elevati negli ultimi tre anni (2020–2021: Gini $\approx$ 0,663), suggerendo che i miglioramenti nella distribuzione siano stati parziali e non strutturali (Rodríguez-Pose & Fratesi, 2004). In altre parole, la disuguaglianza allocativa permane, con una quota significativa dei fondi concentrata in poche regioni con elevata capacità di assorbimento (Bachtler & Ferry, 2013).

Tali evidenze pongono interrogativi rilevanti in termini di equità, efficienza e finalizzazione strategica della spesa ambientale europea. Se i fondi strutturali destinati alla transizione green continuano a essere assorbiti in misura sproporzionata da un gruppo ristretto di territori "forti", il rischio è quello di rafforzare meccanismi di lock-in istituzionale e amministrativo (Martin & Sunley, 2006), compromettendo gli obiettivi di coesione territoriale. Ciò potrebbe non solo amplificare le disparità tra regioni ma anche tradursi in divari nei risultati attesi in termini di innovazione, sostenibilità e trasformazione industriale (Pike, Rodríguez-Pose & Tomaney, 2007; Barca, 2009).

⁵² Indice di Atkinson: misura l'ineguaglianza tenendo conto di una preferenza sociale per l'equità, rappresentata da ϵ (epsilon). Valori più alti di ϵ indicano maggiore avversione alla disuguaglianza.

Figura (3) Mappa coropletica fondi strutturali Green (media) per regione NUTS2 (2014–2021)



La Figura 3 mostra la distribuzione media dei fondi strutturali green ricevuti dalle regioni NUTS2 nel periodo 2014 – 2021. Le dotazioni più elevate (oltre 150 milioni di euro, in arancione) si concentrano nelle regioni meno sviluppate di Europa orientale e sud-orientale, come Romania, Bulgaria, Grecia, Polonia, Slovacchia, Ungheria e Lettonia, oltre ad alcune aree del Portogallo e della Spagna sud-occidentale.

Le regioni con finanziamenti intermedi (100 – 150 milioni, grigio scuro) si trovano soprattutto in Europa mediterranea e centrale, mentre i valori più bassi (fino a 100 milioni, grigio chiaro e bianco) caratterizzano l'Europa nord-occidentale e i paesi più avanzati.

Nel complesso, la mappa conferma l'impostazione redistributiva della Politica di Coesione, con un gradiente netto: alta concentrazione di fondi nelle regioni meno sviluppate, dotazioni medie in alcune aree mediterranee, e bassa incidenza nei sistemi innovativi dell'Europa centro-settentrionale.

Variabili di controllo: R&D, EDU, POP

Ai fini dell'analisi econometrica, sono state incluse tre variabili di controllo fondamentali per cogliere l'eterogeneità strutturale delle regioni europee:

- *edu*: percentuale della popolazione con istruzione terziaria (15 – 64 anni),
- *rd_gdp*: spesa regionale in R&S in percentuale del PIL,
- *pop*: popolazione totale residente.

Tabella (14) Top 10 regioni per total patent_y + media controlli

Regione	Brevetti (patent_y)	(rd_gdp)	edu (%)	Popolazione (pop)
FR10	2856	0.031	49.36	12,188,531
DE21	2279	0.046	39.76	4,622,233.3
FRK2	1806	0.033	40.30	6,640,068
DE11	1755	0.076	33.22	4,090,550.4
DK04	1197	0.033	37.08	1,306,314
DE25	1060	0.040	30.48	1,749,029.1
DE12	1007	0.055	32.17	2,773,094.4
NL41	932	0.032	36.30	2,523,662.6
DE71	882	0.036	33.40	3,947,906.6
UKF1	714	(missing)	36.80	2,177,636.7

Le 10 regioni con il più alto numero totale di brevetti green nel periodo 2014 – 2021 evidenziano livelli elevati anche nelle variabili di controllo ma con alcune importanti differenze. Ad esempio, Île-de-France (FR10), al primo posto per brevetti (2.856), presenta una popolazione superiore ai 12 milioni, un tasso di istruzione terziaria del 49,4% e un'intensità di R&D pari al 3,1% del PIL, configurandosi come una regione ad alta densità economica e tecnologica. Seguono regioni tedesche come DE21 (Stoccarda), DE11 (Düsseldorf) e DE12 (Karlsruhe), tutte con valori di *rd_gdp* superiori al 4%, confermando il forte legame tra sforzo in R&S e output brevettuale. Tuttavia, alcune regioni come UKF1 (Leicestershire), pur avendo livelli di istruzione elevati (36,8%) e dimensioni medie, presentano valori brevettuali inferiori rispetto ad altre con simili caratteristiche, suggerendo che il capitale umano da solo non basta in assenza di massa critica tecnologica.

Questi dati confermano che la capacità innovativa regionale è influenzata da un mix di fattori strutturali: le regioni con alta densità di popolazione, forte capitale umano e investimento sistematico in R&S tendono a generare più brevetti. Tuttavia, la presenza di outlier positivi (es. DE11) o negativi (es. UKI3) indica che le condizioni abilitanti non sono sufficienti in assenza di sistemi di governance, specializzazione tecnologica e accesso a reti collaborative.

Correlazioni e prime considerazioni esplorative

Tabella (15) Statistiche descrittive riepilogative

<i>Variabile</i>	<i>Media</i>	<i>Dev.Std.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Obs</i>
Patent_y	21,6	40,4	1	357	269
Structural_Fund	7.87e+07	1.19e+08	2.31e+05	7.99e+08	222
Totlinks	300,2	411,2	5	3054	278

Tabella (16) Matrice di correlazione di Pearson (medie regionali 2014 – 2021)

<i>Variabili</i>	<i>patent_y</i>	<i>Structural_Fund</i>	<i>Totlinks</i>
patent_y	1,000	-0,231***	0,513***
Structural_Fund	-0,231***	1,000	-0,008
Totlinks	0,513***	-0,008	1,000

*Note: *** $p\text{-value} < 0,01$; ** $p\text{-value} < 0,05$, * $p\text{-value} < 0,1$*

L'analisi delle correlazioni di Pearson tra le variabili chiave (Tabella 16), brevetti green (patent_y), fondi strutturali ambientali (Structural_Fund) e partecipazione ai network Horizon (Totlinks), consente di trarre alcune prime evidenze empiriche sul rapporto tra input finanziari, collaborativi e output innovativi.

La correlazione più forte emerge tra brevetti green e partecipazione ai network Horizon ($r = 0,513***$), positiva e statisticamente significativa ($p < 0,01$). Questo risultato in linea con i risultati descritti nel lavoro di Fiorelli, Fabrizi, Meliciani 2025, suggerisce che la densità collaborativa transnazionale costituisce un fattore determinante per la generazione di innovazione ambientale, favorendo l'accesso a conoscenze, tecnologie e reti di apprendimento interregionale.

Al contrario, la relazione tra brevetti green e fondi strutturali ambientali è negativa e significativa ($r = -0,231*$). Tale evidenza riflette la logica redistributiva della Politica di Coesione, che concentra le risorse nelle regioni meno sviluppate, spesso caratterizzate da bassa capacità brevettuale.

Questo implica che volumi maggiori di fondi non si traducono automaticamente in un aumento dell'output innovativo, evidenziando l'importanza di fattori complementari come capacità istituzionale, capitale umano e assorbimento tecnologico.

Infine, la correlazione tra fondi strutturali e partecipazione ai network Horizon è quasi nulla e non significativa ($r \approx -0,008$), confermando la scarsa integrazione tra strumenti redistributivi e competitivi. In altri termini, le regioni che ricevono più fondi strutturali non sono necessariamente quelle maggiormente inserite nei network di collaborazione Horizon, suggerendo la coesistenza di circuiti di policy paralleli.

L'analisi descrittiva condotta nelle sezioni precedenti ha evidenziato una marcata eterogeneità territoriale nella diffusione dell'innovazione ambientale, misurata in termini di brevetti green, così come nei principali fattori esplicativi: partecipazione a Horizon 2020, fondi strutturali ambientali e variabili strutturali di controllo (Fabrizi, Fiorelli & Meliciani 2023; Santos et al. 2023).

In primo luogo, la brevettazione ambientale risulta fortemente asimmetrica, concentrata in un numero ristretto di regioni dell'Europa occidentale e settentrionale. Poli metropolitani avanzati come Île-de-France, Stuttgart e Darmstadt catalizzano una quota significativa dell'intera produzione brevettuale europea, mentre vaste aree dell'Europa orientale e meridionale presentano livelli sistematicamente inferiori, spesso prossimi allo zero, confermando il rischio di polarizzazione nella transizione verde (Santoalha & Boschma 2020).

Un pattern analogo caratterizza la partecipazione ai network Horizon 2020: le collaborazioni sono fortemente concentrate in pochi hub, con elevati livelli di extralinks e una densità crescente nei contesti regionali dotati di forte capacità scientifica, capitale umano avanzato e competenze amministrative (Lalanne & Meyer 2024; Peiffer-Smadja et al. 2023). Ciò suggerisce che le regioni centrali non solo generano più innovazione ma risultano anche più integrate nei flussi transnazionali di conoscenza, beneficiando di vantaggi cumulativi già esistenti (Balland, Boschma & Ravet 2019).

Diverso è il quadro per la dotazione finanziaria dei fondi strutturali ambientali. Le risorse si concentrano soprattutto nelle regioni dell'Europa orientale, coerentemente con la logica redistributiva della Politica di Coesione. Tuttavia, come confermato dalla correlazione negativa, l'assenza di una relazione lineare con i brevetti green solleva interrogativi sull'efficacia trasformativa di tali investimenti, in particolare laddove manchino capacità istituzionali e progettuali adeguate (Crescenzi & Giua 2020; Tijanić & Kersan-Škabic 2025).

Anche le variabili di controllo, istruzione terziaria, intensità di R&D e dimensione demografica, mostrano forti divari e si associano coerentemente ai livelli di innovazione.

Le regioni leader presentano, in media, più capitale umano, $R\&D > 3\%$ del PIL e popolazioni di scala metropolitana ma non sempre queste dotazioni si traducono automaticamente in elevata performance brevettuale, a conferma della presenza di interazioni complesse tra risorse e capacità di assorbimento (Veiga 2024).

Questa prima analisi esplorativa evidenzia la presenza di pattern non lineari tra strumenti di policy e condizioni strutturali regionali. In particolare, emerge l'interesse empirico a verificare se la partecipazione a Horizon e la dotazione di fondi strutturali agiscano in modo indipendente, sinergico o sostitutivo nella promozione dell'eco-innovazione, e se tali effetti siano omogenei o differenziati tra regioni avanzate e meno sviluppate (Doussineau et al. 2021; Greco & Germani 2022).

Il paragrafo successivo si propone di testare queste ipotesi tramite modelli econometrici multivariati, in grado di isolare gli effetti netti delle politiche europee sulla performance brevettuale green, controllando per le caratteristiche di contesto e includendo termini di interazione per cogliere eventuali sinergie tra strumenti.

2.6 – Risultati analisi empirica

2.6.1 Stime della relazione tra brevetti green, Fondi strutturali UE e reti di ricerca verdi nelle regioni NUTS2 europee

Tabella (17)

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente (β)</i>	<i>Err. Standard</i>
ln_links	0,157***	0,044
ln_structuralfund	0,016	0,0146
ln_links * ln_structuralfund	-0,0092***	0,0024
ln_rd	0,344***	0,094
ln_edu	0,569***	0,215
ln_pop	0,729***	0,067
_cons	-4,245***	1,172
<i>Statistiche del modello</i>		
N. Osservazioni	1118	
N. Cluster (rgn)	192	
R-squared	0,8924	
Adj. R-squared	0,844	
Within R-sq.	0,576	

Note: *** p -value < 0,01; ** p -value < 0,05, * p -value < 0,1

La Tabella (17) riporta i risultati del modello principale stimato, che analizza l'associazione tra la produzione di brevetti green e una serie di determinanti di policy e fattori strutturali a livello NUTS-2 per il periodo 2014 – 2021. La stima considera, tra le variabili di interesse, la partecipazione delle regioni ai network Horizon e l'intensità dei fondi strutturali ambientali, includendo anche il loro termine di interazione.

Sono inoltre controllati fattori noti come spesa in R&D, istruzione terziaria e popolazione regionale, così da tenere conto delle principali dimensioni strutturali del potenziale innovativo. La specificazione prevede effetti fissi macroregione–anno per catturare gli shock comuni ed errori standard clusterizzati a livello NUTS-2, a garanzia di un’inferenza robusta.⁵³

Tre risultati emergono con chiarezza:

1. Il ruolo dei network Horizon. La partecipazione a progetti collaborativi europei mostra una relazione positiva e statisticamente significativa con i brevetti green. In termini sostantivi, le regioni più connesse ai network transnazionali tendono ad avere livelli più elevati di innovazione ambientale, confermando le evidenze della letteratura sul ruolo delle reti come veicoli di conoscenza e prossimità cognitiva (Fabrizi, Fiorelli e Meliciani, 2023; Lalanne & Meyer, 2024; Peiffer Smadja et al., 2023).
2. I fondi strutturali ambientali. Considerati isolatamente, i fondi non mostrano un legame statisticamente robusto con la produzione di brevetti green: il coefficiente stimato è positivo ma privo di significatività. Ciò riflette la natura di questo strumento, spesso orientato a interventi infrastrutturali o indiretti, i cui effetti sul sistema innovativo possono manifestarsi con ritardi temporali non catturati dalla finestra di osservazione.
3. L’interazione reti - fondi. Il termine di interazione è negativo e significativo, suggerendo un profilo di parziale sostituibilità: nelle regioni già fortemente inserite nei network Horizon, il contributo aggiuntivo dei fondi strutturali appare attenuato. Questo risultato è interpretabile come segnale di sovrapposizione o di saturazione: nei contesti altamente integrati a livello europeo, la capacità marginale dei fondi di generare ulteriori output brevettuali si riduce.

Le variabili di controllo confermano la presenza di associazioni positive e significative tra fattori strutturali e produzione di brevetti green:

- la spesa in R&D si associa positivamente e in modo significativo ai brevetti, ribadendo il ruolo centrale degli investimenti in ricerca;
- la quota di popolazione con istruzione terziaria contribuisce anch’essa positivamente, in linea con l’importanza del capitale umano qualificato;
- la dimensione demografica mostra un effetto consistente, a sottolineare che regioni più grandi dispongono di una base potenziale più ampia per generare innovazione.

⁵³ Le stime sono state effettuate utilizzando errori standard corretti per cluster, in modo da garantire robustezza rispetto alla presenza di eteroschedasticità (varianza non costante degli errori) e autocorrelazione intragruppo (correlazione seriale degli errori all’interno di ciascun cluster), preservando così l’affidabilità dell’inferenza statistica anche in presenza di tali violazioni delle ipotesi classiche.

L'analisi condotta conferma che l'inserimento nei network competitivi europei rappresenta il fattore più strettamente associato alla capacità brevettuale green, in linea con i risultati del lavoro di Fabrizi, Fiorelli e Meliciani, 2023. I fondi strutturali, pur costituendo una leva essenziale della politica di coesione, sembrano non mostrare un legame diretto con la produzione brevettuale, probabilmente per via della loro natura indiretta e di lungo periodo. Ancora più interessante è il risultato sull'interazione negativa: quando reti e fondi coesistono, i benefici dei secondi non si manifestano pienamente, segnalando potenziali frizioni o ridondanze tra strumenti competitivi da un lato e place-based dall'altro.

Questi risultati, pur non consentendo inferenze causali, offrono indicazioni utili per la riflessione sulla governance del policy-mix europeo. L'evidenza suggerisce infatti che la combinazione tra fondi e reti non sia automaticamente sinergica e che l'efficacia congiunta dipenda da condizioni contestuali ancora da esplorare: capacità assorbitive, qualità delle istituzioni, specializzazione settoriale e timing degli interventi potrebbero costituire fattori chiave per trasformare potenziali sovrapposizioni in complementarità effettive.

2.6.1.1 Verifiche di robustezza del modello di base

Per garantire la robustezza delle stime e verificare l'eventuale influenza di osservazioni anomale, sono state condotte analisi diagnostiche su *outlier* e punti ad alto leverage.

La letteratura econometrica (Belsley, Kuh & Welsch, 1980⁵⁴; Chatterjee & Hadi, 2006) raccomanda di valutare separatamente: (i) le osservazioni con elevato leverage⁵⁵, ossia punti lontani nello spazio delle variabili indipendenti, e (ii) i residui studentizzati⁵⁶, che evidenziano discrepanze nella variabile dipendente rispetto ai valori previsti dal modello.

Per l'identificazione dei valori anomali si sono adottate soglie comunemente utilizzate in analisi di regressione, riportate nella Tabella (18.1), che combinano entrambe le misure e permettono di individuare le osservazioni potenzialmente più influenti sui risultati.

Tabella “18.1” – Criteri per l'identificazione di osservazioni influenti

<i>Tipo di misura</i>	<i>Significato</i>	<i>Soglia comunemente usata</i>	<i>Riferimenti bibliografici</i>
Leverage (hat)	Misura quanto una osservazione si discosta dalla media delle variabili indipendenti.	$h_i = \frac{2(k+1)}{n}$	Belsley, Kuh & Welsch (1980), <i>Regression Diagnostics</i> ; Chatterjee & Hadi (2006)
Residui studentizzati	Residui normalizzati per la loro deviazione standard stimata, indicano valori anomali nella y.	$ r_{student} > 3$	
Combinazione leverage + residuo	Individua osservazioni ad alta influenza sia nello spazio X che Y.	Alto leverage e residuo forte	Hoaglin & Welsch (1978), <i>The Hat Matrix in Regression and ANOVA</i>

⁵⁴ David A. Belsley, Edwin Kuh, Roy E. Welsch, (1980) *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*.

⁵⁵ Il *leverage* misura l'influenza potenziale di un'osservazione sulla stima dei coefficienti di regressione. Valori elevati indicano che il punto si colloca in una regione dello spazio dei regressori scarsamente rappresentata dal resto del campione, aumentando la possibilità di influenzare in modo significativo i risultati del modello.

⁵⁶ I residui studentizzati sono residui della regressione normalizzati per la propria deviazione standard stimata. Consentono di identificare osservazioni anomale nella variabile dipendente, isolando l'effetto della scala e permettendo un confronto coerente tra diverse osservazioni.

Nota metodologica:

- k = numero di regressori nel modello, esclusa la costante e gli effetti fissi.
- n = numero di osservazioni effettive nel campione stimato.
- Osservazioni con alto leverage possono spostare la direzione della retta di regressione.
- Osservazioni con residui elevati indicano valori anomali nella variabile dipendente, date le variabili esplicative.
- Le osservazioni che presentano entrambi gli aspetti sono le più influenti e vanno valutate con attenzione.
- La soglia di leverage è una regola empirica derivata dal fatto che il leverage medio è $k+1/n$, dove k è il numero di regressori esclusa la costante e n il numero di osservazioni. Si moltiplica per 2 per isolare le unità con valori di leverage sensibilmente superiori alla media, quindi potenzialmente influenti nella stima dei coefficienti.
- Il valore assoluto 3 per i residui studentizzati corrisponde, in una distribuzione t di Student con gradi di libertà elevati, a una probabilità inferiore a circa 0,3% in entrambe le code. Ciò significa che osservazioni con $|r_{student}| > 3$ sono molto improbabili sotto il modello e possono essere considerate outlier nella variabile dipendente.
- La combinazione “alto leverage e residuo forte” identifica casi che non solo sono estremi nello spazio delle variabili indipendenti, ma anche in quello della dipendente: tali punti possono alterare in modo rilevante pendenze e intercetta stimati.

Tabella “18.2” – Diagnostica outlier e leverage

<i>Criterio</i>	<i>Soglia</i>	<i>N osservazioni</i>	<i>Percentuale</i>
High leverage	$\text{hatv} > 2*(k+1)/n$	—	—
Outlier r-student		Rstud	> 3
Influenzanti (≥ 1 criterio)	—	146	11,59%
Non influenzanti	—	1.114	88,41%

L’analisi diagnostica è stata condotta stimando un modello OLS con effetti fissi macro-area $\times$ anno rappresentati come dummies. Questo approccio ha permesso di calcolare indicatori di influenza statistica per ogni osservazione:

- Residuali studentizzati (rstud) per identificare outlier in termini di deviazione dalla media prevista.
- Leverage (hatv) per individuare osservazioni con valori di regressori particolarmente estremi.
- DFBETA per valutare l’impatto di ogni osservazione sul coefficiente di $\ln_structuralfund$.

Applicando la soglia $|\text{rstud}| > 3$ e la soglia di leverage $2*(k+1)/n$, si è rilevato che 146 osservazioni (11,59%) possono essere considerate influenti. Questa quota non è trascurabile e giustifica un’analisi di robustezza, stimando di nuovo il modello reghdfe con e senza tali osservazioni per valutare eventuali variazioni nella significatività dei coefficienti, in particolare quello di $\ln_structuralfund$.

Tabella “18.3” – Confronto chiave tra modelli

<i>Variabile</i>	<i>Full β</i>	<i>Full p</i>	<i>Trim β</i>	<i>Trim p</i>	<i>$\Delta \beta$</i>	<i>Commento</i>
ln_links	0.15725	0.000	0.15963	0.000	+0.00238	Praticamente invariato
ln_structuralfund	0.01599	0.274	0.01577	0.288	−0.00022	Sempre non significativo
ln_links × ln_structuralfund	− 0.00918	0.000	− 0.00906	0.000	+0.00012	Interazione stabile
ln_rd	0.34371	0.000	0.36332	0.000	+0.01960	Leggero aumento
ln_edu	0.56921	0.009	0.53296	0.007	−0.03625	Leggero calo
ln_pop	0.72926	0.000	0.72315	0.000	−0.00611	Invariato

<i>Statistica</i>	<i>Modello Full</i>	<i>Modello Trimmed</i>	<i>Commento</i>
N osservazioni	1.118	1.113	−5 obs, tolte le influenti e i singleton FE
Within R ²	0.5763	0.5936	Leggero aumento di varianza spiegata nel trimmed
R ² complessivo	0.8924	0.8902	Sostanzialmente stabile
Root MSE	0.5644	0.5492	Leggera diminuzione (migliore fit)

L’analisi ha previsto il confronto tra due specificazioni di un modello di regressione panel con effetti fissi per macro-area × anno e con errori standard clusterizzati a livello regionale. La prima specificazione (“modello completo”) è stata stimata utilizzando l’intero campione disponibile, previa rimozione delle osservazioni singleton⁵⁷. La seconda (“modello depurato”) ha invece escluso tutte le unità che presentavano valori elevati di leverage o residui studentizzati estremi, al fine di valutare l’influenza di potenziali outlier o punti ad alta influenza sui risultati.

⁵⁷ La rimozione delle *osservazioni singleton* (ossia unità che appaiono in un solo gruppo di effetti fissi, ad esempio una regione osservata in un solo anno) è una procedura standard nei modelli a effetti fissi per evitare problemi di identificazione. Tali osservazioni non contribuiscono alla stima dei coefficienti poiché vengono eliminate nel processo di trasformazione *within* e possono generare warning o distorsioni computazionali nel caso di clustering sugli errori standard.

Il confronto tra le due stime evidenzia una tendenziale stabilità dei coefficienti relativi alle variabili chiave di interesse. In particolare, i valori associati alle due variabili indipendenti principali e al loro termine di interazione risultano pressoché invariati tra i due modelli, sia in termini di magnitudine sia di segno, suggerendo che l'esclusione delle osservazioni influenti non altera in modo sostanziale le relazioni stimate.

L'evidenza empirica indica che le stime risultano robuste rispetto alla presenza di punti ad alto leverage o osservazioni anomale nella variabile dipendente. Le conclusioni relative al ruolo dei fondi strutturali e alla loro interazione con la partecipazione ai network Horizon restano quindi confermate, rafforzando la solidità interpretativa dei risultati ottenuti.

Verifiche di collinearità e VIF

Tabella (19)

<i>Variabile</i>	<i>VIF</i>	<i>1/VIF</i>
ln_rd_within	2,28	0,439
ln_edu_within	1,91	0,524
ln_pop_within	1,64	0,609
ln_structuralfund_within	1,29	0,773
inter_links_sf_within	1,10	0,910
Media VIF	1,65	

Per verificare che la correlazione lineare tra le variabili esplicative non compromettesse la precisione delle stime, è stata condotta un'analisi dei *Variance Inflation Factors* (VIF), coerente con la specifica a effetti fissi di macro-regione per anno (NUTS1×anno) utilizzata nel modello principale stimato.

In linea con le buone pratiche suggerite da Wooldridge (2020)⁵⁸, le variabili indipendenti sono state dapprima demeanizzate rispetto agli effetti fissi (ovvero trasformate nella loro componente “within”) e successivamente utilizzate in una regressione OLS priva di intercetta, così da calcolare VIF non centrati, appropriati per l'analisi di collinearità nei modelli a effetti fissi.

⁵⁸ Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press. In presenza di modelli con effetti fissi, il calcolo dei VIF richiede l'utilizzo di variabili de-meaned e una stima OLS senza intercetta, così da ottenere VIF non centrati coerenti con la logica *within*.

I risultati, riportati nella Tabella (19), mostrano valori di VIF compresi tra 1,10 e 2,28, con un VIF medio pari a 1,65, ampiamente inferiori alla soglia comunemente adottata pari a 5 e ben al di sotto del limite più conservativo di 10 suggerito in letteratura (Cameron & Trivedi, 2005)⁵⁹.

Questi valori confermano l'assenza di multicollinearità problematica, indicando che le variabili chiave, la partecipazione ai network Horizon 2020, la dotazione di fondi strutturali green e il termine di interazione tra le due, mantengono un grado di indipendenza sufficiente a garantire stime robuste, stabili e interpretabili.

È quindi possibile affermare che l'analisi di collinearità, condotta mediante il calcolo dei VIF sulle variabili "within", conferma la solidità statistica del modello stimato e supporta la validità delle interpretazioni proposte nella sezione dei risultati.

Analisi di robustezza con lag temporali: verifica degli effetti ritardati

Tabella (20)

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente (β)</i>	<i>Err. Standard</i>
L1_ln_links	0,240**	0,079
L1_ln_structuralfund	0,038	0,026
L1_ln_links#c.L1_ln_structuralfund	-0,0129**	0,004
L1_ln_rd	0,354***	0,102
L1_ln_edu	0,464**	0,213
L1_ln_pop	0,665***	0,094
<i>Statistiche del modello</i>		
N. Osservazioni	631	
N. Cluster (rgn)	127	
R-squared	0,863	
Adj. R-squared	0,799	
Within R-sq.	0,598	

*Note: *** p -value < 0,01; ** p -value < 0,05, * p -value < 0,1*

Al fine di validare la robustezza dei risultati principali e catturare eventuali effetti ritardati delle politiche europee sulla capacità innovativa ambientale, è stata condotta un'analisi con le variabili chiave al primo lag temporale ($t - 1$).

⁵⁹ Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications* (pp. 706–707). Cambridge University Press. Gli autori indicano che valori di VIF superiori a dieci sono generalmente considerati indicativi di collinearità elevata, pur precisando che non esistono soglie rigide e che l'interpretazione dipende dal contesto applicativo.

Questo approccio metodologico consente di verificare se la partecipazione ai network Horizon 2020 e l'accesso ai fondi strutturali green producano effetti differiti sulla generazione di brevetti ambientali, in linea con l'ipotesi che l'eco-innovazione richieda tempi di maturazione più lunghi rispetto agli input relazionali e finanziari⁶⁰.

I risultati dell'analisi di robustezza⁶¹, riportati nella Tabella (20), confermano in larga parte le evidenze principali, pur mostrando un parziale attenuamento dei coefficienti, coerente con la natura ritardata degli effetti osservati.

- Il contributo dei collegamenti di rete rimane positivo e statisticamente solido anche a distanza di un anno, suggerendo che l'inserimento nei progetti europei alimenta la produzione di brevetti green in modo non immediato ma persistente;
- L'effetto diretto dei fondi strutturali con un anno di ritardo risulta più incerto (positivo ma non significativo nella media): è plausibile che la spesa "green" dispieghi i suoi effetti in combinazione con condizioni locali e capacità già presenti, più che come leva isolata;
- L'effetto congiunto tra reti e fondi, nella specifica ritardata, appare più debole e con segnali di sovrapposizione tra le due leve: in media, a un anno di distanza la combinazione non amplifica l'associazione quanto osservato nella stima contemporanea, indicando rendimenti marginali più contenuti quando gli input sono misurati con ritardo.

Nella specifica con regressori ritardati di un periodo (lag di primo ordine), le variabili di controllo, mantengono un effetto positivo e statisticamente significativo, confermando il loro ruolo strutturale e persistente nella determinazione dell'eco-innovazione regionale. L'inclusione dei ritardi consente di tenere conto della possibile dinamica temporale insita nel processo innovativo e attenua il rischio di simultaneità tra input di policy e output brevettuale. Il modello laggato restituisce un Within R^2 pari a 0,598, valore che segnala una capacità esplicativa soddisfacente anche nella specifica dinamica.

I risultati sono coerenti con l'ipotesi che l'innovazione ambientale segua un processo di maturazione nel tempo: le reti di ricerca operano come meccanismo di assorbimento e diffusione della conoscenza, mentre i fondi strutturali contribuiscono a rafforzare il contesto istituzionale e infrastrutturale, producendo effetti che si consolidano prevalentemente nel medio periodo.

⁶⁰ B. G. Hall, Z. Griliches, J. A. Hausman, (1986) Patent and R&D: Is there a lag?

⁶¹ La stima con lag comporta una riduzione del campione (631 osservazioni e 127 cluster regionali), dovuta alla perdita del primo anno per ciascuna unità regionale.

In tal modo, l'analisi conferma la robustezza delle evidenze principali e fornisce una lettura più realistica della sequenza temporale attraverso cui le politiche europee incidono sulla capacità brevettuale ambientale delle regioni NUTS-2.

Per affrontare il rischio di endogeneità (simultaneità tra input di policy e output brevettuale e omissione di fattori non osservati *time-varying*), è stata stimata una system-GMM two-step con correzione di Windmeijer sul campione analizzato.

Non includiamo le stime GMM nel corpo del testo perché non confermano i risultati chiave e presentano criticità diagnostiche sugli strumenti; per completezza, rimandiamo i rimarchi tecnici in Appendice.

2.6.2 Analisi di eterogeneità regionale: regioni avanzate vs in ritardo di sviluppo

Differenziali di sviluppo e impatto dei collegamenti sull'innovazione (regioni lagging vs avanzate)

Per indagare se l'efficacia delle reti di collaborazione nel promuovere l'innovazione vari in funzione del livello di sviluppo, le regioni del campione sono state suddivise in due gruppi sulla base del PIL pro capite relativo alla media dell'Unione Europea: regioni avanzate (con valori pari o superiori al 75% della media UE) e regioni in ritardo (con valori inferiori al 75%) (Tabella 21.1). La distribuzione non risulta equilibrata, poiché le regioni avanzate rappresentano circa il 70–75% delle osservazioni complessive⁶², riflettendo la prevalenza di aree economicamente più sviluppate nel contesto europeo.

L'analisi ha seguito un approccio sequenziale articolato in tre fasi: (i) definizione della classificazione dei gruppi di confronto, (ii) stima di un modello econometrico con termini di interazione e (iii) calcolo degli effetti marginali per ciascun sottogruppo. L'impostazione riprende quella delle stime principali (effetti fissi e controlli) e introduce interazioni con la dummy lagging (indicatrice per le regioni in ritardo) per verificare se l'associazione tra collegamenti di rete, fondi strutturali e la loro interazione con i brevetti green differisca tra i due gruppi.⁶³

I risultati del modello principale (Tabella 21.2) mostrano che, nelle regioni avanzate (categoria di riferimento), i collegamenti Horizon (*ln_links*) sono positivamente e significativamente associati alla produzione brevettuale (coeff. = 0,148; $p = 0,002$). In termini interpretativi, un aumento dell'1% dei collegamenti corrisponde, in media, a un incremento di circa lo 0,15% dei brevetti. Al contrario, i fondi strutturali (*ln_structuralfund*) non presentano un effetto significativo (coeff. $\approx -0,004$; $p = 0,842$). L'interazione tra collegamenti e fondi risulta negativa e marginalmente significativa (coeff. = $-0,005$; $p = 0,079$), suggerendo che, nelle regioni avanzate, l'effetto positivo dei network tende a ridursi al crescere delle risorse strutturali disponibili.

Per quanto riguarda le regioni in ritardo, i coefficienti associati alle interazioni con la dummy lagging non risultano significativi.

⁶² Tale asimmetria, pur non compromettendo la validità complessiva dell'analisi, rappresenta un elemento metodologico da considerare, in quanto la diversa numerosità dei sottogruppi può influenzare la sensibilità del modello nell'individuare differenziazioni sistematiche.

⁶³ Sono inoltre considerati termini di interazione: a due vie (*ln_links*×*ln_structuralfund*) per analizzare la complementarità o sostituibilità tra network e fondi, e a tre vie con la variabile dummy lagging (indicatrice per le regioni in ritardo di sviluppo) per verificare se tali effetti differiscano significativamente tra aree avanzate e arretrate.

È importante sottolineare che questi coefficienti rappresentano la differenza di effetto tra lagging e avanzate e non l'effetto diretto nelle regioni in ritardo: di conseguenza, la mancata significatività indica che non vi è evidenza statistica di differenze strutturali tra i due gruppi. La dummy lagging (coeff. = -0,434; $p = 0,322$) segnala un livello medio più basso di output brevettuale ma anche in questo caso la differenza rispetto alle avanzate non è significativa.

I test congiunti sulle interazioni (testparm⁶⁴, Tabella 21.3) confermano questo quadro: nessuna delle interazioni tra lagging e le variabili di policy principali (né a due né a tre vie) è significativamente diversa da zero.

L'analisi degli effetti marginali (Tabelle 21.4 e 21.5) è stata utilizzata per offrire una lettura più intuitiva dei risultati, ma non modifica la conclusione di fondo. Sebbene in alcuni calcoli puntuali l'effetto dei collegamenti sembri concentrarsi nelle regioni avanzate e i fondi mostrino un'associazione negativa, queste differenze non risultano statisticamente robuste. In coerenza con i test di interazione (Tabella 21.3), l'evidenza complessiva suggerisce che non vi siano differenze territoriali significative nell'impatto delle reti di collaborazione e dei fondi strutturali sulla produzione brevettuale.

Sintesi dei risultati:

- I collegamenti di rete mostrano un effetto positivo e significativo sull'innovazione nelle regioni avanzate.
- I fondi strutturali non evidenziano effetti diretti positivi; al contrario, tendono a ridurre il rendimento dei network.
- I coefficienti di interazione con la dummy *lagging* non sono significativi, segnalando l'assenza di eterogeneità robuste tra regioni avanzate e in ritardo.

Il quadro che emerge da questa analisi conferma che i collegamenti di rete sono associati positivamente all'attività brevettuale, mentre i fondi strutturali non mostrano un effetto diretto positivo e, in alcune specificazioni, tendono persino ad attenuare l'impatto dei network. Nonostante alcune evidenze descrittive possano suggerire differenze tra regioni avanzate e in ritardo, i test di interazione non ne confermano la significatività: nel complesso, quindi, non emergono eterogeneità territoriali robuste.

⁶⁴ Per verificare la significatività congiunta dei termini di interazione, è stata utilizzata la procedura testparm in Stata, che esegue un test F (o chi-quadro in presenza di stime robuste) sull'ipotesi nulla secondo cui tutti i coefficienti specificati sono simultaneamente pari a zero. Questo approccio consente di valutare se l'effetto combinato delle variabili interagenti sia statisticamente rilevante, al di là della significatività individuale dei singoli coefficienti.

I risultati indicano, in linea con il modello principale, che la capacità di valorizzare reti e fondi dipende soprattutto dalle condizioni locali e dalle risorse abilitanti già presenti, come capitale umano qualificato e capacità di assorbimento.

È opportuno sottolineare che, nel presente modello, non sono stati effettuati test specifici per rilevare e correggere eventuali problemi di endogeneità, né sono state adottate tecniche di stima come l'uso di variabili strumentali o approcci a due stadi. Ciò implica che le relazioni rilevate tra le due variabili indipendenti principali e le loro interazioni con *lagging* devono essere interpretate come associazioni statistiche e non come effetti causali. La possibile presenza di fattori non osservati, correlati sia con le variabili indipendenti sia con la variabile dipendente, potrebbe condurre a stime distorte.

In prospettiva, un'estensione dell'analisi potrebbe prevedere l'adozione del Generalized Method of Moments (GMM) o di altre tecniche idonee a trattare simultaneamente l'endogeneità e ad approfondire la direzionalità delle relazioni, fornendo così evidenze più solide sulla loro natura causale.

(Tabella 21.1) – Campione analizzato

Gruppo sviluppo	Freq.	Percentuale
Avanzate	887	70,40%
In ritardo	373	29,60%
Totale osservazioni: 1.260		

Tabella (21.2) - Coefficienti principali del modello (FE macro*anno, cluster su rgn)

Variabile	Coef.	Std. Err.	p-val
ln_links	0.148	0.0478	0.002
ln_structuralfund	-0.0037	0.0183	0,842
ln_links × ln_structuralfund	-0.0054	0.0030	0.079
Lagging × ln_links	-0.0376	0.1555	0.809
Lagging × ln_structuralfund	0.0380	0.0248	0.127
Lagging × ln_links × ln_structuralfund	-0.0035	0.0086	0.689

Tabella (21.3) - Test complessivi sugli effetti di gruppo

<i>Interazione testata</i>	<i>F(1,180)</i>	<i>p-val</i>
Lagging × ln_links	0.06	0.808
Lagging × ln_structuralfund	2.35	0.127
Lagging × ln_links × ln_structuralfund	0.16	0.689

Tabella (21.4 e 21.5) - Effetti marginali (AME) stimati

A media di ln_structuralfund (≈15,65)

Effetto di ln_links su (brevetti):

<i>Gruppo</i>	<i>AME</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>p-val</i>
Avanzate	0.0639	0.0317	0.045
In ritardo	-0.0278	0.0369	0.451

A media di ln_links (≈4,43)

Effetto di ln_structuralfund su (brevetti):

<i>Gruppo</i>	<i>AME</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>p-val</i>
Avanzate	-0.0276	0.0091	0.002
In ritardo	-0.0048	0.0393	0.902

Tabella (21.6) – Differenza tra effetti di ln_links nei due gruppi⁶⁵

Confronto	Differenza stimata	Errore Std.	p-value
(Avanzate – In ritardo) su ln_links	0.1555	0.0671	0.022

⁶⁵ Il confronto diretto delle pendenze è stato effettuato mediante il comando lincom di Stata, che calcola e testa combinazioni lineari di coefficienti stimati. In questo caso, la differenza tra gli effetti marginali attesi (AME) di ln_links è risultata statisticamente significativa, indicando che l'impatto dei collegamenti di rete sul numero di brevetti è più intenso nelle regioni avanzate rispetto a quelle in ritardo di sviluppo.

2.7 – Discussioni e implicazioni

I risultati empirici ottenuti permettono di trarre considerazioni che contribuiscono ad arricchire il dibattito teorico e di policy sulla relazione tra politiche europee e innovazione green, evidenziando tanto i meccanismi alla base delle dinamiche osservate quanto le implicazioni di governance multilivello per la transizione ambientale.

In primo luogo, ciò che emerge con chiarezza è il ruolo cruciale delle reti collaborative europee. La partecipazione ai programmi Horizon si conferma la variabile più strettamente associata alla capacità brevettuale green delle regioni NUTS2, con effetti robusti e statisticamente significativi. Questo risultato si inserisce in un filone consolidato della letteratura che sottolinea come la prossimità relazionale e cognitiva favorisca il trasferimento di conoscenze, l'apprendimento interregionale e la creazione di nuove traiettorie tecnologiche (Fabrizi, Fiorelli & Meliciani, 2023; Lalanne & Meyer, 2024; Peiffer–Smadja et al., 2023).

Diverso è il quadro relativo ai fondi strutturali ambientali, principale leva *place-based* della Politica di Coesione. Essi sembrano non mostrare un legame diretto e significativo con la produzione brevettuale, un risultato interpretabile alla luce di studi che ne sottolineano la natura abilitante e indiretta (Crescenzi & Giua, 2016; 2020). In tali contributi, pur non affrontando specificamente il tema dei brevetti, la Politica di Coesione viene descritta come strumento volto a rafforzare infrastrutture materiali e immateriali, capacità amministrative e basi tecnologiche, generando effetti che maturano nel medio-lungo periodo. La mancanza di impatti diretti sui brevetti non implica quindi inefficacia ma è compatibile con la funzione dei fondi come strumenti di costruzione di contesti favorevoli più che di produzione immediata di output brevettuali.

L'aspetto più innovativo riguarda l'interazione negativa tra reti Horizon e fondi strutturali. Contrariamente all'ipotesi di complementarità spesso anche suggerita dal policy mix europeo, i due strumenti mostrano effetti parzialmente sostitutivi. Dove la partecipazione ai network è intensa, i benefici addizionali dei fondi risultano attenuati. Questo risultato può essere spiegato da tre meccanismi principali:

1. Sovrapposizione progettuale, per cui reti e fondi finanziano ambiti simili, producendo rendimenti marginali decrescenti.
2. Saturazione delle risorse, in cui ecosistemi già avanzati non traggono ulteriore beneficio da input aggiuntivi.
3. Capacità differenziale di assorbimento, che rende alcune regioni più pronte di altre a trasformare simultaneamente risorse *place-based* e competitive in eco-innovazione.

Tali evidenze contribuiscono a colmare una lacuna nella letteratura: mentre la maggior parte degli studi ha ipotizzato sinergie, i risultati indicano la possibilità di frizioni e sostituibilità tra strumenti, in linea con ricerche recenti che richiamano i rischi di duplicazione e dispersione delle risorse (Scotti et al., 2025; Ochoa & Arranz, 2023). È stata inoltre condotta un'analisi di eterogeneità regionale, distinguendo sia per livello di sviluppo (regioni avanzate vs in ritardo) sia per collocazione geografica (aree centrali vs periferiche). In entrambi i casi non sono emersi risultati statisticamente significativi: ciò suggerisce che, sebbene vi siano segnali di una maggiore capacità di valorizzazione delle reti nei contesti avanzati, non vi sono prove robuste di differenze strutturali tra gruppi regionali.

Dal punto di vista concettuale, i risultati suggeriscono di superare modelli lineari e approcci che considerino separatamente i diversi strumenti. L'efficacia del policy mix dipende infatti dalle condizioni istituzionali e di contesto (Greco & Germani, 2022). L'interazione negativa osservata segnala che complementarità e sostituibilità non sono proprietà intrinseche degli strumenti ma emergono in funzione della qualità istituzionale, delle strategie regionali di specializzazione intelligente (RIS3) e delle capacità di governance.

Sul piano operativo, i risultati indicano che la sola coesistenza di strumenti place-based e competitivi non basta a generare sinergie: occorre una coordinazione mirata. Tre direttrici emergono in modo prioritario:

1. Evitare sovrapposizioni, orientando i fondi verso regioni meno integrate nei network europei, così da ridurre la dispersione di risorse.
2. Rafforzare le capacità locali, investendo in capitale umano, governance e competenze amministrative per favorire la trasformazione dei fondi in output innovativi.
3. Promuovere una governance integrata, attraverso maggiore interoperabilità tra strumenti (Commissione Europea, 2020), allineamento tra RIS3 e priorità Horizon, e meccanismi espliciti di complementarità.

Queste implicazioni assumono particolare rilievo se collocate lungo la traiettoria evolutiva delle politiche di coesione. Dopo l'avvio del ciclo di programmazione 2021–2027, che ha introdotto una più forte integrazione degli obiettivi legati al Green Deal europeo all'interno della Politica di Coesione⁶⁶, la Commissione von der Leyen ha avviato un più ampio processo di riforma volto a ripensare in modo complessivo l'architettura dei fondi strutturali⁶⁷.

⁶⁶ Commissione europea (2021), *Politica di coesione 2021–2027*, disponibile su: https://ec.europa.eu/regional_policy/it/2021_2027/

⁶⁷ Commissione europea (2023), *Comunicazione sul futuro della politica di coesione* (COM(2023)

Tale riforma, che si inserisce nelle priorità strategiche dell'Unione per il prossimo decennio, mira a rafforzare la coerenza tra strumenti redistributivi e competitivi, come Horizon Europe, con l'obiettivo di evitare sovrapposizioni e ridondanze e, al contrario, favorire una più chiara complementarità degli interventi. In questo quadro, la capacità di coordinare efficacemente i diversi strumenti finanziari e programmatici rappresenta un nodo cruciale per determinare se le politiche europee saranno in grado di tradursi in un reale valore aggiunto per la transizione verde.

Occorre infine riconoscere alcuni limiti; l'analisi è condotta su dati aggregati NUTS2, che non permettono di osservare dinamiche micro a livello di imprese e progetti. Inoltre, la finestra temporale 2014 – 2021 può non cogliere appieno gli effetti ritardati dei fondi, spesso pluriennali, e i problemi di endogeneità non sono affrontati in modo esaustivo, il che impone cautela nell'interpretare i risultati in chiave causale.

Da queste criticità si aprono interessanti prospettive per la ricerca futura:

- integrare dati micro su imprese e progetti, per comprendere i meccanismi di complementarità a livello organizzativo;
- distinguere l'impatto dei fondi per priorità tematiche (energia, ambiente, efficienza) e tipologia di spesa (capitale fisico vs capitale umano);
- esplorare la dimensione spaziale delle reti, combinando la prossimità geografica con quella cognitiva;
- analizzare strumenti ulteriori del policy mix (ETS, LIFE, Interreg⁶⁸), valutandone interazioni ed effetti complementari o sostitutivi;
- estendere l'analisi oltre i brevetti, includendo adozioni tecnologiche, eco-innovazioni organizzative e pratiche manageriali.

I risultati mettono quindi in luce la centralità delle reti Horizon come driver immediato di eco-innovazione, la funzione più abilitante e indiretta dei fondi strutturali e la presenza di segnali di sostituibilità quando i due strumenti operano nello stesso contesto. Ne consegue la necessità di un policy mix realmente coordinato, in grado di trasformare potenziali frizioni in sinergie e contribuire in modo più equilibrato alla transizione verde europea.

⁶⁸ Gli strumenti citati appartengono al più ampio policy mix europeo per la sostenibilità: l'ETS (Emission Trading System) è il principale meccanismo di mercato per la riduzione delle emissioni climateranti, istituito con la Direttiva 2003/87/CE e successivamente modificato per allinearsi agli obiettivi del Green Deal europeo; il programma LIFE, disciplinato dal Regolamento (UE) 2021/783, finanzia progetti innovativi in materia di ambiente, natura e azione per il clima; l'Interreg, regolato dal Regolamento (UE) 2021/1059, sostiene la cooperazione territoriale europea, promuovendo integrazione transfrontaliera e sviluppo sostenibile condiviso.

Conclusioni

Questo elaborato ha analizzato in che misura la Politica di Coesione e i programmi quadro di ricerca e innovazione, in particolare Horizon, contribuiscano alla capacità brevettuale “green” delle regioni europee NUTS2. Attraverso una rassegna della letteratura e un’analisi empirica sul periodo 2014–2021, la ricerca ha affrontato due interrogativi principali: (RQ1) il rapporto tra fondi strutturali e partecipazione ai network Horizon nella generazione di innovazione ambientale; (RQ2) la possibile eterogeneità degli effetti in funzione del livello di sviluppo regionale.

I risultati mostrano che la partecipazione ai network Horizon rappresenta la determinante più solida della produzione brevettuale verde, confermando il ruolo trainante delle reti collaborative transnazionali. Al contrario, i fondi strutturali non evidenziano un impatto diretto robusto sull’output brevettuale: in alcune specificazioni l’associazione è nulla, in altre negativa. L’interazione negativa e significativa tra reti e fondi segnala che la complementarità non è automatica, ma può trasformarsi in dinamiche di sostituibilità parziale se gli interventi non sono coordinati. L’analisi di eterogeneità regionale, condotta sia per livello di sviluppo sia per collocazione geografica, non ha restituito risultati statisticamente significativi, indicando che le differenze territoriali non si configurano come eterogeneità strutturali robuste.

Da queste evidenze emergono contributi teorici e operativi. Sul piano teorico, la ricerca mostra che il funzionamento del policy mix europeo non può essere compreso isolando i singoli strumenti, ma richiede una lettura congiunta e sensibile al contesto territoriale e istituzionale. Sul piano operativo, i risultati suggeriscono tre priorità: orientare i fondi verso le aree meno integrate nei network; rafforzare capitale umano e capacità amministrative locali; promuovere un coordinamento più stretto tra Horizon e programmazione della Coesione per ridurre sovrapposizioni e dispersioni.

Occorre tuttavia considerare i limiti: la natura associativa del disegno empirico non consente inferenze causali; i brevetti rappresentano solo una dimensione dell’eco-innovazione; la finestra temporale 2014–2021 non coglie appieno gli effetti di lungo periodo dei fondi. Ricerche future potranno ampliare l’orizzonte temporale, includere ulteriori strumenti del policy mix e considerare indicatori alternativi come l’adozione di tecnologie verdi, l’eco-innovazione organizzativa e le pratiche manageriali.

Il lavoro evidenzia come la transizione verde europea non possa poggiare su un unico strumento: le reti Horizon veicolano conoscenza e capitale relazionale, mentre i fondi strutturali rafforzano le basi materiali e istituzionali. Solo un policy mix integrato e place-sensitive potrà trasformare queste leve in sinergie effettive, a beneficio di un’innovazione sostenibile e diffusa in tutto il territorio europeo.

Domanda / Ipotesi	Contenuto	Evidenza empirica	Esito
RQ1	In che misura i fondi di Coesione contribuiscono a rafforzare (o attenuare) l'impatto della partecipazione a Horizon sulla capacità brevettuale green?	Le reti Horizon risultano fortemente associate alla crescita dei brevetti green; i fondi mostrano effetto diretto debole; l'interazione reti $\times$ fondi è negativa.	I fondi non rafforzano ma attenuano l'effetto delle reti: Evidenza di sostituibilità.
RQ2	L'effetto combinato varia in funzione della capacità innovativa iniziale, favorendo in particolare le aree meno sviluppate?	Le regioni avanzate traggono vantaggio dai collegamenti, mentre le regioni in ritardo non mostrano benefici significativi; i fondi non incidono in modo differenziato. Le interazioni con <i>lagging</i> non sono significative.	Non emergono vantaggi specifici per le regioni meno sviluppate; le differenze tra gruppi non risultano statisticamente robuste.
H1	Le regioni che combinano reti e fondi presentano più brevetti rispetto a quelle che usano solo uno strumento.	Horizon mostra effetto positivo e significativo; i fondi no; l'interazione reti $\times$ fondi è negativa.	Parzialmente confermata: l'effetto positivo riguarda i network, non la combinazione.
H2	L'effetto marginale dei fondi è più rilevante nelle regioni a bassa capacità innovativa, con rendimenti decrescenti nelle aree avanzate.	Nelle regioni in ritardo i fondi non mostrano effetti robusti; non emerge evidenza di maggiore rilevanza nei contesti meno sviluppati.	Non confermata: i fondi non mostrano effetti significativi né nelle regioni avanzate né in quelle in ritardo.
H3	L'interazione reti $\times$ fondi non genera complementarità: in regioni avanzate i rendimenti sono decrescenti.	L'interazione reti $\times$ fondi è negativa e significativa nel modello complessivo, ma le analisi per sottogruppi (avanzate vs lagging) non mostrano differenze statisticamente significative.	Parzialmente confermata: l'interazione indica sostituibilità tra strumenti, ma non vi sono prove robuste di differenze tra regioni avanzate e in ritardo.

Bibliografia

- Angelucci, S., Hurtado-Albir, F. J., & Volpe, A. (2018). Supporting global initiatives on climate change: The EPO's "Y02-Y04S" tagging scheme. *World Patent Information*, 54, S85–S92.
- Araújo, R., & Franco, M. (2021). The use of collaboration networks in search of eco-innovation: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128050.
- Bachtler, J., & Ferry, M. (2013). Conditionalities and the performance of European Structural Funds: A principal–agent analysis of control mechanisms in European Union cohesion policy. *Regional Studies*, 47(8), 1258–1273.
- Balland, P.-A., Boschma, R., & Ravet, J. (2019). Network dynamics in collaborative research in the EU, 2003–2017. *European Planning Studies*, 27(9), 1811–1837.
- Barca, F. (2009). *An agenda for a reformed cohesion policy: A place-based approach to meeting European Union challenges and expectations (Report to the European Commission)*. European Commission.
- Bello, M., Castellani, D., Damioli, G., Marin, G., & Montresor, S. (2023). *The geography of EU green and digital inventions and their knowledge sources*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Calignano, G., & Fitjar, R. D. (2018). Innovation networks and green restructuring: Which path development can EU Framework Programmes stimulate in Norway? *Norwegian Journal of Geography*, 72(1), 65–78.
- Calignano, G., & Trippel, M. (2020). Innovation-driven or challenge-driven participation in international energy innovation networks? Empirical evidence from the H2020 Programme. *Sustainability*, 12(11), 4450.
- Calvo-Gallardo, E., Arranz, N., & Fernández de Arroyabe, J. C. (2022). Contribution of the Horizon 2020 program to the Research and Innovation Strategies for Smart Specialization in coal regions in transition: The Spanish case. *Sustainability*, 14(4), 2065.
- Cameron, A. C., & Miller, D. L. (2015). A practitioner's guide to cluster-robust inference. *Journal of Human Resources*, 50(2), 317–372.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and applications*. Cambridge University Press.

- Colombo, L., & Pansera, M. (2019). The discourse of eco-innovation in the European Union: An analysis of the Eco-Innovation Action Plan and Horizon 2020. *Journal of Cleaner Production*, 214, 653–665.
- Crescenzi, R., & De Blasio, G. (2018). Cohesion policy incentives for collaborative industrial research: The evaluation of a Smart Specialisation forerunner programme. *Regional Studies*, 54(10), 1341–1353.
- Crescenzi, R., & Giua, M. (2016). The EU cohesion policy in context: Does a bottom-up approach work in all regions? *Environment and Planning A*, 48(11), 2340–2357.
- Crescenzi, R., & Giua, M. (2020). One or many cohesion policies of the European Union? On the differential economic impacts of cohesion policy across member states. *Regional Studies*, 54(1), 10–20.
- Crucitti, F., Lazarou, N.-J., Monfort, P., & Salotti, S. (2023). The impact of the 2014–2020 European Structural Funds on territorial cohesion. *Regional Studies*, 58(9), 1568–1582.
- Di Cagno, D., Fabrizi, A., & Meliciani, V. (2014). The impact of participation in European joint research projects on knowledge creation and economic growth. *The Journal of Technology Transfer*, 39(6), 836–858.
- Doussineau, M. (2021). *Exploring synergies between EU cohesion policy and Horizon 2020 funding across European regions*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eugster, J. L., Ho, G., Jaumotte, F., & Piazza, R. (2018). *International knowledge spillovers (IMF Working Paper 18/269)*. International Monetary Fund.
- Fabrizi, A., Fiorelli, C., & Meliciani, V. (2025). The role of green networks for environmental innovation in European regions. *Journal of Industrial and Business Economics*.
- Fabrizi, A., Guarini, G., & Meliciani, V. (2024). The impact of environmental research networks on green exports: An analysis of a sample of European countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 69, 143–154.
- Favot, M., Vesnic, L., Priore, R., Bincoletto, A., & Morea, F. (2023). Green patents and green codes: How different methodologies lead to different results. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 17, 200131.
- Ferrara, A. R., McCann, P., Pellegrini, G., Stelder, D., & Terribile, F. (2016). Assessing the impacts of cohesion policy on EU regions: A non-parametric analysis on interventions promoting research and innovation and transport accessibility. *Papers in Regional Science*, 96(4), 817–841.

- Greco, M., Germani, F., Grimaldi, M., & Radicic, D. (2022). Policy mix or policy mess? Effects of cross-instrumental policy mix on eco-innovation in German firms. *Technovation*, 117, 102573.
- Lalanne, M., & Meyer, N. (2024). *Research and innovation collaboration networks across EU regions over 2014–2020 (JRC Technical Report, JRC136781)*. Seville: European Commission, Joint Research Centre.
- Liobikiene, G., & Mandravickaite, J. (2016). The EU cohesion policy implications to GHG emissions from production-based perspective. *Environmental Science & Policy*, 55, 178–185.
- Loewen, B. (2022). Coal, green growth and crises: Exploring three European Union policy responses to regional energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 93, 102849.
- Martin, R., & Sunley, P. (2006). Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography*, 6(4), 395–437.
- Meliciani, V., Di Cagno, D., Fabrizi, A., & Marini, M. (2022). Knowledge networks in joint research projects, innovation and economic growth across European regions. *The Annals of Regional Science*, 68(3), 549–586.
- Murzyn, D., & Szyja, P. (2015). European Union efforts to create green growth through green innovation. *Economic and Environmental Studies*, 15(3), 355–370.
- Peiffer-Smadja, O., Mitra, A., Ravet, J., & Di Girolamo, V. (2023). *The road to success: How regional innovation ecosystems can improve participation in the European framework programme for R&I (R&I Paper Series, Working Paper 2023/06)*. European Commission.
- Peñalosa, P., & Castaldi, C. (2025). Horizon Europe: A green window of opportunity for European peripheral regions? *Review of Regional Research*, 44(1), 1–27.
- Pike, A., Rodríguez-Pose, A., & Tomaney, J. (2007). What kind of local and regional development and for whom? *Regional Studies*, 41(9), 1253–1269.
- Rodríguez Ochoa, D., Arranz, N., & Fernández de Arroyabe, J. C. (2023). The role of Horizon 2020 in achieving climate-neutral urban objectives: A study of 14 Spanish cities' innovation networks. *Journal of Cleaner Production*, 432, 139820.
- Rodríguez-Pose, A., & Fratesi, U. (2004). Between development and social policies: The impact of European Structural Funds in Objective 1 regions. *Regional Studies*, 38(1), 97–113.
- Santoalha, A., & Boschma, R. (2020). Diversifying in green technologies in European regions: Does political support matter? *Regional Studies*, 55(2), 182–195.

- Santos, A., & Barbero, J. (2023). On the road to regional ‘competitive environmental sustainability’: The role of the European Structural Funds. *Industry and Innovation*, 30(7), 801–823.
- Scotti, F., Flori, A., Crescenzi, R., & Pammolli, F. (2025). Demand-pull and technology-push environmental innovation: A policy mix analysis on EU ETS and EU cohesion policy. *Climate Policy*, 25(2), 153–170.
- Tijanić, L., & Kersan-Skabic, I. (2025). Tracking the green transition in the European Union within the framework of EU cohesion policy: Current results and future paths. *Economies*, 13(2), 37.
- Veiga, D. (2024). Unveiling the impact of European structural funds for innovation in Andalusia, Spain. *European Journal of Government and Economics*, 13(1), 67–84.
- Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory econometrics: A modern approach* (7th ed.). Cengage.

Appendice

(a) Effetti marginali di $\ln_links$ a diversi livelli di $\ln_Structuralfund$

Il modello che abbiamo appena descritto mira a valutare l'impatto congiunto della partecipazione ai network Horizon 2020 e della dotazione di fondi strutturali green sulla performance innovativa ambientale regionale, misurata in termini di brevetti verdi. A tal proposito, come già descritto, sono stati stimati modelli panel con effetti fissi regionali e anno, adottando errori robusti per tenere conto dell'eteroschedasticità e della potenziale autocorrelazione seriale.

Al fine di indagare la possibile eterogeneità dell'effetto di $\ln_links$ al variare dell'intensità dei fondi strutturali ambientali, è stata calcolata una serie di effetti marginali della variabile $\ln_links$ a diversi livelli di $\ln_structuralfund$, come mostrato in Tabella "a.1" e rappresentato graficamente in Figura "a.2".

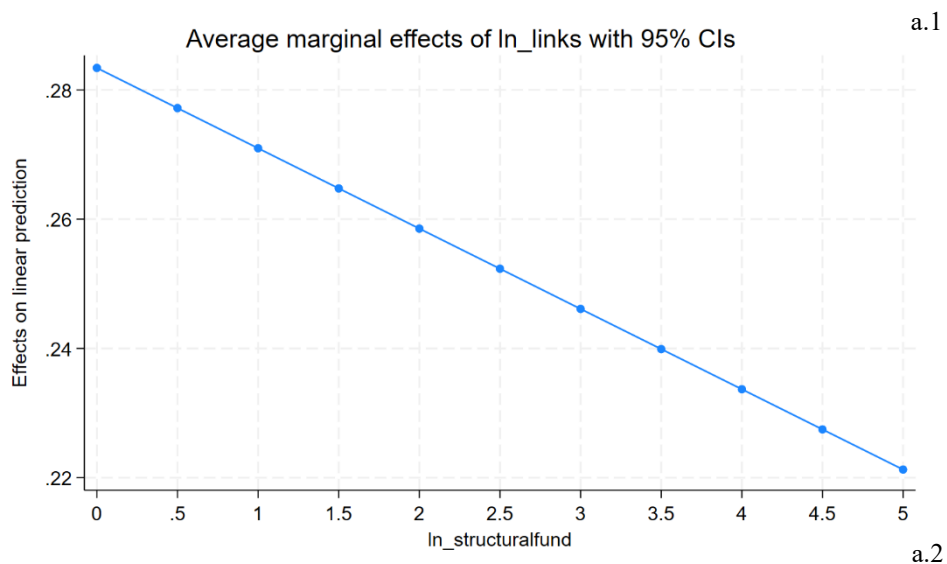
I risultati ci mostrano che l'impatto della centralità nei network collaborativi Horizon 2020 sulla probabilità di generare innovazione ambientale è positivo e statisticamente significativo in tutti gli scenari ($p < 0.01$). Tuttavia, l'intensità dell'effetto marginale decresce progressivamente all'aumentare della dotazione di fondi strutturali green, in particolare:

- Per regioni con zero o bassi fondi strutturali ambientali ($\ln_structuralfund = 0$), un incremento del 1% in $\ln_links$ si associa a un effetto marginale di circa 0,28 sulla previsione lineare dell'output innovativo.
- Al crescere di $\ln_structuralfund$, l'effetto marginale di $\ln_links$ diminuisce in modo monotono, fino a circa 0,22 quando $\ln_structuralfund = 5$, come evidenziato dalla pendenza decrescente della curva degli effetti marginali.

Questa dinamica può essere letta alla luce dell'evidenza di Crescenzi & Giua (2020), che mostrano come gli impatti della Politica di Coesione varino sensibilmente tra contesti diversi, con ritorni marginali differenziati a seconda delle condizioni di partenza. In tale prospettiva, si può ipotizzare un fenomeno di parziale sostituibilità tra fondi strutturali e capacità relazionale: le regioni già fortemente finanziate dai fondi di coesione ambientali potrebbero trarre benefici minori da un incremento della loro centralità nei network Horizon, mentre per le regioni con minore dotazione finanziaria la partecipazione a reti transnazionali di ricerca potrebbe risultare cruciale per stimolare l'innovazione green. (Crescenzi & Giua 2020; Lalanne & Meyer 2024).

I risultati confermano la complementarità condizionata tra strumenti di politica europea: la partecipazione ai network di ricerca rimane sempre un fattore positivo per la capacità innovativa regionale ma il suo effetto marginale si attenua man mano che la leva finanziaria dei fondi strutturali diventa più rilevante. Questi esiti offrono spunti per un'interpretazione di policy, di cui parleremo in seguito, orientata all'integrazione tra interventi relazionali e redistributivi, evitando ridondanze e inefficienze nella promozione dell'eco-innovazione regionale.

	<i>ln_structuralfund</i>	<i>Dy/dx</i> <i>(ln_links)</i>	<i>Err.</i> <i>Standard</i>	<i>Z</i>
1	0,0	0,283	0,048	5,86
2	0,5	0,277	0,047	5,86
3	1	0,271	0,046	5,86
4	1,5	0,264	0,045	5,86
5	2	0,258	0,044	5,85
6	2,5	0,252	0,043	5,85
7	3	0,246	0,042	5,84
8	3,5	0,239	0,041	5,83
9	4	0,233	0,040	5,83
10	4,5	0,227	0,039	5,81
11	5	0,221	0,038	5,8



(b) Effetti marginali di ln_Structuralfund a diversi livelli di ln_links

La Tabella “b.1” e la Figura “b.2” riportano gli effetti marginali dei fondi strutturali ambientali (ln_structuralfund) sulla performance innovativa regionale, calcolati per diversi livelli di partecipazione ai network Horizon 2020 (ln_links). I risultati mostrano una dinamica interessante e parzialmente speculare rispetto a quella osservata per gli effetti marginali di ln_links.

In primo luogo, l’impatto marginale dei fondi strutturali è positivo e statisticamente significativo per valori bassi e intermedi di ln_links, con un effetto massimo di circa 0,051 quando la partecipazione ai network è nulla (ln_links = 0). Questo suggerisce che, in assenza di un forte capitale relazionale, la leva finanziaria della Politica di Coesione costituisce un fattore rilevante per stimolare l’innovazione ambientale (Crescenzi & Giua 2020; Tijanić & Kersan-Škabic 2025).

Tuttavia, l’effetto marginale di ln_structuralfund decresce in maniera quasi lineare con l’aumentare della centralità nei network Horizon:

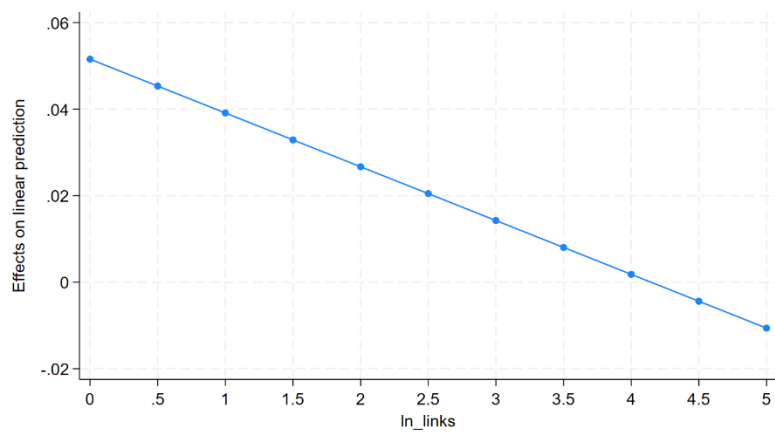
- Per valori medi di ln_links (2–3), l’effetto marginale dei fondi strutturali scende a circa 0,02–0,03 e diventa progressivamente meno significativo.
- Per livelli molto elevati di ln_links ($\geq 4,5$), l’effetto dei fondi si annulla o diventa leggermente negativo, perdendo significatività statistica.

Questa evidenza mostra quindi un meccanismo di sostituibilità: nelle regioni già fortemente integrate nei network collaborativi europei, l’apporto marginale di ulteriori fondi strutturali risulta limitato, probabilmente perché tali territori dispongono già di infrastrutture cognitive e istituzionali robuste, capaci di trasformare risorse relazionali in output brevettuali senza dipendere strettamente da incrementi di spesa pubblica (Lalanne & Meyer 2024; Balland et al. 2019).

L’analisi congiunta dei due insiemi di effetti marginali suggerisce che la combinazione di elevata dotazione finanziaria e forte centralità relazionale non produce incrementi additivi ma, al contrario, tende a mostrare rendimenti decrescenti.

	<i>ln_links</i>	<i>Dy/dx</i> (<i>ln_structuralfund</i>)	<i>Err.</i> <i>Standard</i>	<i>Z</i>
1	0,0	0,052	0,013	3,79
2	0,5	0,045	0,012	3,56
3	1	0,039	0,011	3,29
4	1,5	0,033	0,011	2,96
5	2	0,027	0,010	2,56
6	2,5	0,020	0,009	2,07
7	3	0,014	0,009	1,51
8	3,5	0,008	0,009	0,88
9	4	0,002	0,008	0,2
10	4,5	-0,004	0,008	-0,49
11	5	-0,010	0,009	-1,16

b.1



b.2

(c) *Estensione del modello: stima GMM system*

La precedente stima con effetti fissi (FE) è informativa ma potenzialmente esposta a bias di endogeneità: causalità inversa tra performance brevettuale e intensità di rete/fondi; regressori omessi correlati sia con le variabili di policy sia con l'output; dinamiche temporali lente della produzione brevettuale che un modello statico non intercetta.⁶⁹ Per presidiare simultaneamente questi rischi si adotta il System GMM (Arellano–Bover/Blundell–Bond), che combina le equazioni in differenze e in livelli, usando strumenti interni⁷⁰ ricavati dai ritardi delle variabili endogene.⁷¹ L'approccio è *industry standard* quando si lavora con panel non bilanciati, T ridotto e regressori potenzialmente endogeni.⁷²

Sia γ_{it} il (log del) numero di brevetti ambientali nella regione i e anno t . La specifica stimata è:

$$\gamma_{it} = \beta_1 \ln(link)_{it} + \beta_2 \ln(structuralfund)_{it} + \beta_3 [\ln(link) * \ln(structuralfund)]_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \varepsilon$$

dove X_{it} include $\ln_rd$, $\ln_edu$, $\ln_pop$; μ_i cattura l'eterogeneità regionale non osservata. Trattiamo $\ln_links$, $\ln_structuralfund$ e la loro interazione come endogene; gli strumenti GMM sono i lag 2–3 delle stesse. I controlli ($\ln_rd$, $\ln_edu$, $\ln_pop$) sono assunti esogeni ed entrano come strumenti standard. La stima è two-step con correzione di Windmeijer degli errori standard.⁷³

Dati. Panel di 220 regioni NUTS2 per un totale di 1260 osservazioni. Numero di strumenti: 55 (coerente con le buone pratiche per contenere la proliferazione strumentale).⁷⁴

⁶⁹ In presenza di regressori potenzialmente endogeni, le stime FE/OLS risultano inconsistenti: v. Wooldridge, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press, 2010.

⁷⁰ Gli strumenti interni (lag delle variabili endogene) si distinguono da strumenti esterni, che derivano invece da variabili esogene e indipendenti rispetto all'errore del modello. Mentre i primi sono costruiti direttamente dai dati, i secondi richiedono fonti informative esterne (es. variabili istituzionali o geografiche). Il GMM system con strumenti interni è particolarmente utile quando strumenti esterni credibili non sono disponibili, come nel presente caso.

⁷¹ Arellano–Bover (1995), *Journal of Econometrics*; Blundell–Bond (1998), *Journal of Econometrics*.

⁷² Roodman (2009), “How to do xtabond2...”, *Stata Journal*; Bun–Windmeijer (2010), *Econometrics Journal*.

⁷³ Windmeijer (2005), “A finite sample correction...”, *Journal of Econometrics*.

⁷⁴ Il rapporto strumenti/gruppi va mantenuto basso per evitare overfitting dello strumentario (Bowsher, 2002; Roodman, 2009).

I risultati della stima GMM system (two-step, con errori robusti) sono riportati nella Tabella “c.1”

Tabella c.1 – Stima del modello GMM (two-step, Windmeijer)

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente (β)</i>	<i>Err. Standard</i>
ln_links	0,225	0,160
ln_structuralfund	-0,025	0,027
ln_links $\times$ ln_structuralfund	-0,012	0,027
ln_rd	0,929***	0,096
ln_edu	-0,746**	0,276
ln_pop	0,631***	0,140
<i>Statistiche del modello</i>		
N. Osservazioni	1260	
N. gruppi	220	
N. strumenti	55	

Lettura econometrica

Nella specificazione log-log, i coefficienti possono essere interpretati come elasticità parziali. La R&S mostra un effetto forte e statisticamente rilevante; la popolazione cattura economie di agglomerazione. Il segno negativo su istruzione terziaria può riflettere mismatch di competenze, *brain drain* o composizione disciplinare non orientata al brevettabile green.⁷⁵

Presi singolarmente, ln_links e ln_structuralfund non risultano significativi ai livelli convenzionali. Il termine di interazione è negativo e quasi significativo ($p \approx 0,06$). L'effetto marginale dei collegamenti di rete è:

$$\frac{\partial y}{\partial \ln(\text{link})} = \beta_1 + \beta_3 \ln(\text{structuralfund})$$

e decresce all'aumentare dei fondi strutturali: evidenza di parziale sostituzione fra strumenti *place-based* e *competitive*. In pratica, in contesti già intensivi di finanziamento strutturale, l'ulteriore densificazione delle reti può avere rendimenti marginali più bassi sul brevetto green, richiedendo co-progettazione tra policy per attivare vere sinergie.

⁷⁵ Levin–Stephan (1991), *American Economic Review*. Il segno può riflettere composizione disciplinare, tempi di maturazione, o specializzazioni non brevettabili.

Tabella c.2 – Test diagnostici del modello GMM a due stadi

<i>Test</i>	<i>Statistica</i>	<i>p-value</i>	<i>Lettura</i>
Arellano-Bond AR(1) (Δ)	$Z = -6.52$	0.000	autocorrelazione di 1° ordine attesa nelle differenze (non problematica)
Arellano-Bond AR(2) (Δ)	$Z = -0.86$	0.391	assenza di autocorrelazione di 2° ordine → strumenti validi in differenze ⁷⁶
Sargan over-id (non robusto)	$\chi^2(48) = 435.46$	0.000	sensibile a eteroschedasticità; informazione limitata
Hansen over-id (robusto)	$\chi^2(48) = 97.72$	0.000	segnala fragilità: possibile eccesso/forza degli strumenti (overfitting)

Per discriminare, analizziamo i Difference-in-Hansen: tutti i sottoinsiemi (strumenti per livelli, per $\ln_links$, per $\ln_structuralfund$, per l'interazione e IV dei controlli) risultano esogeni con p-value $\gg 0.10$ (vedi Tabella c.3), mitigando il segnale del test globale e indicando che lo strumentario è ben specificato per blocchi.

Tabella c.3 - Test di Hansen per sottogruppi di strumenti (Difference-in-Hansen)

<i>Subset di strumenti</i>	<i>Hansen test (escluso gruppo)</i>	<i>p-value</i>	<i>Differenza test</i>	<i>p-value</i>	<i>Conclusione</i>
GMM $\ln_links$ (lag 2-3)	$\chi^2(33)=85.94$	0.000	$\chi^2(15)=11.77$	0.696	non si rifiuta esogeneità
GMM $\ln_structuralfund$ (lag 2-3)	$\chi^2(30)=80.47$	0.000	$\chi^2(18)=17.25$	0.506	non si rifiuta esogeneità
GMM interaction (lag 2-3)	$\chi^2(30)=86.60$	0.000	$\chi^2(18)=11.12$	0.889	non si rifiuta esogeneità
IV (livello)	$\chi^2(45)=96.89$	0.000	$\chi^2(3)=1.63$	0.653	non si rifiuta esogeneità

⁷⁶ La condizione AR(2) è necessaria per la validità dei momenti in differenze (Arellano–Bond, 1991, *Review of Economic Studies*).

Nonostante l'Hansen globale risulti significativo ($p=0.000$), i test Difference-in-Hansen supportano l'esogeneità dei singoli blocchi. Il conteggio strumenti (55) resta prudente rispetto ai 220 gruppi, ma il segnale del test globale suggerisce di monitorare la forza e la numerosità degli strumenti.⁷⁷

L'inclusione della stima GMM system rafforza le evidenze empiriche dell'analisi, fornendo un controllo diretto per la possibile endogeneità delle variabili policy. I risultati evidenziano un potenziale effetto congiunto negativo tra la partecipazione ai network Horizon e i fondi strutturali ambientali, suggerendo che l'efficacia combinata dei due strumenti potrebbe non essere additiva e richiedere un maggiore coordinamento strategico.

Tuttavia, va sottolineato che, pur rappresentando un'estensione metodologicamente più solida rispetto al modello con effetti fissi, il modello GMM qui stimato non esaurisce l'analisi causale. L'assenza di strumenti esterni limita la possibilità di identificare effetti completamente esogeni, e futuri studi potrebbero beneficiare dell'utilizzo di strumenti esterni plausibili o di approcci alternativi.

I test di Arellano-Bond confermano l'assenza di autocorrelazione di secondo ordine nei residui in differenza (AR(2): $p = 0.391$), una condizione necessaria per la validità degli strumenti in differenza. Il test di Hansen globale risulta statisticamente significativo ($p = 0.000$), suggerendo un possibile overfitting del modello. Tuttavia, i Difference-in-Hansen tests relativi ai singoli blocchi di strumenti indicano che tutti i sottoinsiemi di strumenti possono essere considerati esogeni, con valori di p ben superiori alla soglia convenzionale di 0.10. Ciò rafforza la validità delle assunzioni di strumentazione per le variabili endogene considerate.

I risultati mostrano che gli investimenti in R&S e la maggiore densità demografica sostengono in modo netto la capacità di eco-innovazione regionale. Al contrario, una combinazione non coordinata tra fondi strutturali e reti Horizon rischia di diluire i rendimenti marginali, riducendone l'efficacia complessiva. In termini di policy ed esecuzione, diventa cruciale allineare i bandi place-based ai fabbisogni dei consorzi competitivi e incentivare progetti ponte, nei quali i fondi strutturali (ERDF) non sostituiscano ma piuttosto rafforzino gli esiti generati dalle reti di ricerca.

⁷⁷ Un Hansen “troppo alto o troppo basso” può segnalare strumenti deboli o troppi strumenti (Bun–Windmeijer, 2010).

(d) *Relazione tra brevetti green, fondi strutturali UE e reti di ricerca: evidenza per le regioni NUTS2 con distinzione tra collegamenti intra ed extra-regionali*

Modello 1 (senza interazione)

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente (β)</i>	<i>Err. Standard</i>
ln_extralinks	0,078	0,065
ln_intralinks	0,042	0,097
ln_rd	0,391***	0,090
ln_edu	0,153	0,254
ln_pop	0,607***	0,076
<i>Statistiche del modello</i>		
N. Osservazioni	966	
R-squared	0,892	
Adj. R-squared	0,841	
Within R-sq.	0,545	

Modello 2 (con interazione)

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente (β)</i>	<i>Err. Standard</i>
ln_extralinks	0.13520	0.11989
ln_structuralfund (extra)	0.01414	0.02282
ln_extralinks × ln_structuralfund	−0.00489	0.00773
ln_intralinks	0.15502	0.17311
ln_structuralfund (intra)	Omitted	—
ln_intralinks × ln_structuralfund	−0.00735	0.01045
ln_rd	0.36468***	0.08753
ln_edu	0.31041	0.23889
ln_pop	0.68520***	0.07827
<i>Statistiche del modello</i>		
N. Osservazioni	966	
R-squared	0,897	
Adj. R-squared	0,848	
Within R-sq.	0,569	

L'analisi è stata successivamente estesa distinguendo tra due diverse tipologie di collegamenti nei network collaborativi: i collegamenti extra-regionali (*extralinks*), che connettono la regione a partner situati al di fuori del proprio territorio, e i collegamenti intra-regionali (*intralinks*), che si sviluppano invece all'interno della stessa regione. L'obiettivo di questa articolazione è valutare se la natura geografica dei legami possa influenzare in modo differenziato la relazione con la performance brevettuale, sia in termini diretti sia in interazione con i fondi strutturali.

Nel modello senza termini di interazione, che considera esclusivamente gli effetti diretti delle variabili indipendenti, né *extralinks* né *intralinks* mostrano un'associazione statisticamente significativa con la produzione di brevetti green. In questa specificazione, le uniche variabili che mantengono una relazione positiva e altamente significativa ($p < 0,001$) con l'output brevettuale sono $\ln_rd$ (spesa in R&D) e $\ln_pop$ (popolazione), confermando il ruolo cruciale degli investimenti in ricerca e della dimensione demografica nel sostenere la capacità innovativa.

Nel modello con termini di interazione tra ciascun tipo di collegamento e i fondi strutturali ambientali, non emergono associazioni statisticamente significative né per i coefficienti diretti dei link, né per quelli di interazione. Un'eccezione tecnica riguarda la variabile $\ln_structuralfund$ associata agli *intralinks*, che risulta omessa per collinearità, a indicare che la sua variabilità è interamente spiegata dalla combinazione degli effetti fissi e delle altre covariate incluse in quella specifica specificazione.

I risultati di questa estensione del modello suggeriscono che:

1. Non si riscontra un legame statisticamente significativo tra il numero di collegamenti, siano essi extra o intra-regionali e la produzione di brevetti, una volta controllato per i principali fattori strutturali (spesa in R&D, istruzione e popolazione).
2. La tipologia di collegamento non sembra modificare in modo apprezzabile l'associazione tra fondi strutturali e output brevettuale.

Queste evidenze indicano che, almeno nel contesto e nel periodo considerato, la dimensione geografica dei legami collaborativi non appare un fattore discriminante nell'associazione tra network di ricerca, fondi strutturali e performance brevettuale ambientale.

(e) *Specificazione geografica del modello: regioni centrali e periferiche*

Per questa sezione, le regioni europee del campione sono state suddivise in due categorie geografiche⁷⁸: centrali, comprendenti Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Lussemburgo, Paesi Bassi e Svezia e periferiche, comprendenti tutti gli altri Paesi. La distribuzione evidenzia una netta prevalenza di regioni periferiche, che rappresentano il 74,34% delle osservazioni (n = 843), mentre le regioni centrali costituiscono il 25,66% (n = 291).

Anche in questo caso è stata stimata una regressione lineare con effetti fissi a livello di macro-regione $\times$ anno (*mcr#year*), utilizzando errori standard clusterizzati per regione (n = 181 cluster).

I coefficienti stimati (*Tab.1*) mostrano che *ln_links* ha un valore positivo (0,1369) ma non statisticamente significativo (p = 0,373), mentre *ln_structuralfund* è prossimo allo zero e anch'esso non significativo (p = 0,692). Il termine di interazione *ln_links* $\times$ *ln_structuralfund* risulta negativo e non significativo, così come tutte le interazioni che coinvolgono la variabile *central*.

L'esame congiunto delle interazioni mediante i test *testparm* (*Tab. 2*) conferma l'assenza di effetti statisticamente rilevanti:

- *central* $\times$ *ln_links*: F(1,180) = 0,01; p = 0,903
- *central* $\times$ *ln_structuralfund*: F(1,180) = 0,04; p = 0,844
- *central* $\times$ *ln_links* $\times$ *ln_structuralfund*: F(1,180) = 0,00; p = 0,968

Il calcolo degli effetti marginali medi separati per regioni centrali e periferiche non è stato possibile: i comandi *margins* non hanno restituito stime a causa della collinearità della variabile *central* con gli effetti fissi. In termini pratici, le combinazioni gruppo $\times$ anno risultano completamente assorbite dagli effetti fissi, impedendo di identificare variazioni sufficienti per una stima separata degli AME.

Il confronto diretto delle pendenze per *ln_links*, condotto a valori medi di *ln_structuralfund*, restituisce una differenza stimata di -0,0527 (p = 0,541; IC95%: -0,2222 - 0,1168), non significativa e di entità modesta.

I risultati di questa specificazione indicano che la posizione geografica, intesa come centralità o perifericità, non è associata a differenze statisticamente significative nell'associazione tra collegamenti di rete (*ln_links*), fondi strutturali (*ln_structuralfund*) e attività brevettuale.

⁷⁸ La suddivisione tra *regioni centrali* e *regioni periferiche* segue un criterio geografico, basato sulla collocazione dei Paesi all'interno del territorio europeo. Sono considerate centrali Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Lussemburgo, Paesi Bassi e Svezia, in quanto appartenenti al nucleo geografico dell'Unione Europea. Tutti gli altri Stati membri rientrano nella categoria periferica.

I coefficienti principali e le interazioni sono di piccola entità e non distinguibili da zero; i test complessivi confermano l'assenza di differenze rilevanti; il confronto diretto (*lincom*) evidenzia un divario non significativo.

L'impossibilità di stimare gli AME separati per i due gruppi a causa della struttura degli effetti fissi segnala che la variabilità residua interna ai gruppi centrali e periferici è insufficiente per identificare differenze medie attendibili.

A differenza di quanto osservato nel modello "Sviluppo" in cui i collegamenti avevano un impatto significativamente maggiore nelle regioni economicamente avanzate, nel caso della posizione geografica non emergono evidenze di un effetto eterogeneo. Ciò suggerisce che, a parità di altre condizioni, la centralità geografica non sembra né amplificare né attenuare l'associazione tra connettività e fondi strutturali con la performance brevettuale, almeno nel campione e nel periodo considerati.

Distribuzione dei gruppi

<i>Posizione</i>	<i>Freq.</i>	<i>Percentuale</i>
Periferiche	843	74,34%
Centrali	291	25,66%
Totale osservazioni: 1.134		

*Tab.1 - Coefficienti principali del modello (FE macro*anno, cluster su rgn)*

<i>Variabile</i>	<i>Coef.</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>p-val</i>
ln_links	0.1369	0.1531	0.373
ln_structuralfund	-0.0176	0.0443	0.692
ln_links × ln_structuralfund	-0.00794	0.00836	0.344
Central × ln_links	0.0393	0.3233	0.903
Central × ln_structuralfund	0.0231	0.1171	0.844
Central × ln_links × ln_structuralfund	0.00081	0.01914	0.968

Tab. 2 - Test complessivi sugli effetti di gruppo

Interazione testata	<i>F</i>(1,180)	<i>p</i>-val
Central × ln_links	0,01	0,903
Central × ln_structuralfund	0,04	0,844
Central × ln_links × ln_structuralfund	0,00	0,968

Effetti marginali medi (AME)

Gruppo	<i>AME ln_links a media sf</i>	<i>AME ln_structuralfund a media links</i>
Periferiche	non stimabile	non stimabile
Centrali	non stimabile	non stimabile

Nota: Gli AME per ciascun gruppo non sono stimabili a causa di collinearità con gli effetti fissi macro*anno.⁷⁹

⁷⁹ Nel modello con specificazione geografica (centrali vs periferiche), gli AME per singolo gruppo non sono stimabili a causa di collinearità perfetta tra la variabile *central* e le fixed effects macroregione–anno, che assorbono tutta la variazione osservabile. Con questa struttura dati non vi è variazione residua sufficiente per identificare effetti medi separati in modo statisticamente affidabile.